



TESIS – MO142528

**ANALISA DAMPAK RENCANA PEMBANGUNAN
SMELTER NIKEL DI SEKITAR TAMAN NASIONAL
BALURAN TERHADAP PEREKONOMIAN
SITUBONDO DENGAN PENDEKATAN GAMING DAN
PEMODELAN *DINAMIKA SYSTEM***

ANI LISTRIYANA
4114205003

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Ir. Daniel M Rosyid, Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MANAJEMEN PANTAI
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS – MO142528

**DYNAMIC MODELING SYSTEM FOR ANALYSIS
SMELTER DEVELOPMENT PLAN IN NATIONAL
BALURAN PARK, SITUBONDO TO ECONOMIC
OF FISHERIES, AGRICULTURE, AND BALURAN
NATIONAL PARK**

**ANI LISTRIYANA
4114205003**

**SUPERVISOR
Prof. Ir. Daniel M Rosyid, Ph.D
Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc**

**MAGISTER PROGRAM
COASTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

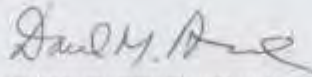
Testis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T)

Di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

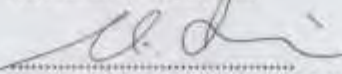
Oleh:
Ani Listriyana
NRP. 4114205003

Tanggal Ujian: 22 Juli 2016
Periode Wisuda: September 2016

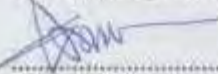
Disetujui oleh:



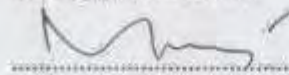
1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D (Pembimbing I)
NIP. 19610702 198803 4 003



2. Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc (Pembimbing II)
NIP. 19770225 200212 1 002



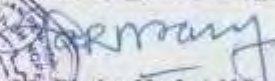
3. R. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D (Penguji)
NIP. 19680810 199512 1 001



4. Drs. Mahmud Mustain, M.Sc., Ph.D (Penguji)
NIP. 19610805 198910 1 001



Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D
NIP. 19601202 198701 1 001

ANALISA DAMPAK RENCANA PEMBANGUNAN SMELTER DI SEKITAR TAMAN NASIONAL BALURAN TERHADAP PEREKONOMIAN SITUBONDO DENGAN PENDEKATAN GAMING DAN PEMODELAN DINAMIKA SYSTEM

Nama : Ani Listriyana
NRP : 4114 205 003
Jurusan : Teknik dan Manajemen Pantai - FTK
Dosen Pembimbing : 1. Prof. Daniel M. Rosyid Ph. D
2. Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc

ABSTRAK

Studi di beberapa negara menunjukkan bahwa limbah dari *smelter* Nikel menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan yang pada akhirnya secara tidak langsung berefek pada perekonomian. Rencana pembangunan *smelter* Nikel yang berbatasan langsung dengan Taman nasional Baluran di Situbondo cukup meresahkan beberapa pihak. Kami berupaya untuk memodelkan efek dari pembangunan smelter ini 10-30 tahun ke depan terhadap lingkungan pertanian, perikanan, Taman Nasional Baluran dengan melihat kemungkinan “peran” dari berbagai pihak penentu kebijakan dalam keputusan pendirian *smelter* ini. Sektor perikanan yang di amati adalah potensi lestari perikanan, perikanan tangkap, produksi perikanan budidaya dan *income* perikanan. Terhadap sektor pertanian, kami mengamati kondisi produksi tanaman pangan, hortikultura dan *income* pertanian. Sedangkan dari sudut pandang adanya Taman Nasional, yang diamati adalah pengaruh terhadap jumlah pengunjung, *income* Taman Nasional dan pendapatan daerah di sekitar Taman Nasional. Pemodelan dengan menggunakan *software Stela* kami buat 3 skenario yaitu eksisting (kondisi tanpa ada *smelter*), optimis (kondisi ada *green smelter*) dan pesimis (kondisi ada *nongreen smelter*). Hasil *running* selama 30 tahun menunjukkan kondisi peningkatan dari semua sektor namun pertumbuhan kondisi eksisting lebih tinggi dibandingkan skenario optimis dan pesimis. Ada beberapa subsector yang kondisi di tahun ke -1 sampai ke-5 kondisi optimis dan pesimis lebih tinggi dari kondisi eksisting dan selanjutnya tahun ke-10 hingga tahun ke-30 kondisi eksisting yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan pada 5 tahun pertama, kondisi limbah belum terlalu banyak

sehingga kondisi ekonomi mulai menurun sebagai akibat dari menurunnya kualitas lingkungan pada tahun ke-10 hingga tahun ke-30.

Kata Kunci : *Smelter Nikel, Pemodelan Dinamika Sistem, Ekonomi, Perikanan, Pertanian, Taman Nasional Baluran.*

**DYNAMIC MODELING SYSTEM FOR ANALYSIS SMELTER
DEVELOPMENT PLAN IN NATIONAL BALURAN PARK, SITUBONDO TO
ECONOMIC OF FISHERIES, AGRICULTURE, AND BALURAN NATIONAL
PARK**

Name : Ani Listriyana
NRP : 4114 205 003
Supervisor : 1. Prof. Daniel M. Rosyid Ph. D
2. Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST., M.Sc

ABSTRACT

Studies in several countries, the waste from the nickel *smelter* cause adverse effects on the environment, which in turn indirectly affect the economy. Nickel *smelter* development plan which is directly adjacent to the Baluran National Park in Situbondo quite troubling some parties. We strive to model the effects of the construction of this smelter 10-30 years into the future on the environment of agriculture, fisheries, and Baluran National Park is affecting the economy in each sector by examining the possibility of "role" of the various parties in the policy making decisions of this smelter establishment. The fisheries sector is observed is the potential for sustainable fisheries, catch of fisheries, aquaculture harvest and fisheries income. Against the agricultural sector, we observe the conditions food plant production, horticulture and agriculture income. Meanwhile, from the standpoint of the national park, which is observed is an influence on the number of visitors, income and revenue of the National Parks in the area around the National Park. Modelling using software *stela* we created three scenarios that existing (without any condition smelter), optimistic (green smelter condition) and pessimistic (*nongreen smelter* conditions). The results of running for 30 years showed an increase in the condition of all sectors but the growth of existing conditions higher than optimistic and pessimistic. There are several subsector that conditions in 1th year until 5th year of optimistic and pessimistic conditions is higher than the existing condition and the subsequent years of the 10th year until the 30th year existing condition is more higher than oprimist and pessimist. It shows the first 5 years, the condition of the waste is not so much that the economy began to decline as a result of environmental degradation in the 10th to 30th year. Keywords: *Nickel Smelter, Modeling System Dynamics, Economics, Fisheries, Agriculture, Baluran National Park.*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis.....	5
1.6 Batasan Penelitian	5
II. DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Game Theory	7
2.2 Model Sistem Dinamik.....	10
2.3 Penggunaan Sistem Dinamik dalam Pengendalian Lingkungan	22
2.4 Smelter Nikel.....	23
2.5 Dampak Adanya Smelter	24
2.6 Pertumbuhan Ekonomi dan Lingkungan	27
2.7 Kondisi Perekonomian Situbondo	29
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2 Alur Penelitian.....	35
3.3 Sumber Data.....	39
3.3.1 Data Primer.....	39
3.3.2 Data Sekunder.....	40
3.4 Skenario Kebijakan dengan Konsep <i>Gaming</i>	40
3.5 Skenario Sistem Dinamik.....	42
3.6 Analisis Data.....	44

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Potensi Sumberdaya	51
4.2 Studi Pantai Taman Nasional.....	57
4.2.1 Hasil Studi Kepustakaan.....	57
4.2.2 Hasil Studi Lapangan.....	59
4.3 Hasil Wawancara dan Gaming Aktor yang Terlibat	59
4.4 Skenario dan Pemodelan Sistem Dinamik	63
4.4.1 Stok and Flow	64
4.4.2 Formulasi Model.....	66
4.5 Validasi Kondisi Eksisting	70
4.6 Formulasi Limbah tanpa Validasi Sebaran Panas.....	72
4.7 <i>Running Stela</i> tanpa Validasi Sebaran Panas	74
4.8. Formulasi Limbah dan Running Stella dengan Validasi Sebaran Panas	97
4.8.1 Pemodelan Arus dan Validasi dengan pemodelan numerik.....	97
4.8.2 Sebaran Panas dari Kanal Pendingin	100
4.8.3 Hasil Running stela dengan validasi sebaran panas	104
4.9 Analisis dan Pembahasan.....	123
4.9.1 Analisis Hasil Running tanpa Validasi Sebaran Panas	123
4.9.2 Analisis Hasil Running dengan Validasi Sebaran Panas.....	128
4.9.3 Analisis Perbandingan Hasil Running dengan Validasi Panas dan Tanpa Validasi Panas.....	132

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	139
5.2 Saran	140

DAFTAR PUSTAKA.....	141
----------------------------	------------

LAMPIRAN.....	145
----------------------	------------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Pendekatan Sistem Dinamik.....	13
Gambar 2.2 Simbol Variabel “Level”	15
Gambar 2.3 Simbol Variabel “Rate”	15
Gambar 2.4 Simbol Variabel “Auxiliary”	15
Gambar 2.5 Simbol Fungsi Tabel	16
Gambar 2.6 Simbol Sumber dan Penampung.....	16
Gambar 2.7 Simbol Garis Penghubung	17
Gambar 2.8 Urutan Komputasi Simulasi Sistem Dinamik	18
Gambar 2.9 Skema Pembangkit listrik tenaga termal dengan bahan bakar batu bara	24
Gambar 2.10 Pemutihan pada Terumbu Karang	26
Gambar 2.11 Diagram Kurva Kuznet	28
Gambar 2.12 Peta Taman Nasional Baluran.....	32
Gambar 3.1 Lokasi Rencana Pembangunan Smelter Nikel di sekitar Taman Nasional Baluran	35
Gambar 3.2 Alur penelitian secara umum	36
Gambar 3.3 Alur penyelesaian masalah modeling dinamika sistem	36
Gambar 3.4 Skema pengambilan data perikanan, pertanian, studi literatur	37
Gambar 3.5 Skema pengambilan data yang berpengaruh dan terpengaruh aktivitas Taman Nasional Baluran.....	38
Gambar 3.6 Causal Loop Dampak smelter terhadap perekonomian.....	42
Gambar 4.1 Hasil Citra Transformasi Lyzengga Banyuputih, Situbondo.....	58
Gambar 4.2 Peta Terumbu Karang Banyuputih, Situbondo.....	58
Gambar 4.3 Stok dan Flow Perikanan Kabupaten Situbondo.....	64
Gambar 4.4 Stok dan Flow Pertanian Kabupaten Situbondo.....	65
Gambar 4.5 Stok dan Flow income Taman Nasional dan pendapatan Daerah yang bersumber dari usaha turunan adanya Taman Nasional Baluran	66
Gambar 4.6 Formulasi model perikanan.....	67
Gambar 4.7 Formulasi model pertanian.....	68
Gambar 4.8 Formulasi model Taman Nasional Baluran.....	70
Gambar 4.9 Grafik hasil pengukuran dan pemodelan jumlah tangkapan ikan tahun 2011-2014.....	71
Gambar 4.10 Grafik hasil pengukuran dan pemodelan nilai produksi holtikutura 2011-2014.....	71
Gambar 4.11 Grafik kondisi actual dan pemodelan jumlah pengunjung Taman Nasional tahun 2012-2014.....	72
Gambar 4.12 Grafik perbandingan Potensi lestari perikanan sebelum dan Setelah adanya <i>smelter</i>	75
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan skenario optimis dan pesimis Potensi Lestari Perikanan setelah adanya <i>smelter</i>	75

Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Produksi Ikan Budidaya sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	77
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Produksi Ikan Budidaya setelah adanya <i>smelter</i>	77
Gambar 4.16	Grafik Perbandingan Tangkapan ikan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	79
Gambar 4.17	Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Tangkapan Ikan Situbondo setelah adanya <i>smelter</i>	79
Gambar 4.18	Grafik Perbandingan <i>Income</i> perikanan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	80
Gambar 4.19	Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Perikanan setelah adanya <i>smelter</i>	81
Gambar 4.20	Grafik Perbandingan Produksi tanaman Pangan Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	82
Gambar 4.21	Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Produksi Tanaman Pangan Situbondo setelah adanya <i>smelter</i>	83
Gambar 4.22	Grafik Perbandingan Produksi Holtikultura sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	84
Gambar 4.23	Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Produksi Holtikultura Situbondo setelah adanya <i>smelter</i>	85
Gambar 4.24	Grafik Perbandingan <i>Income</i> Pertanian Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	86
Gambar 4.25	Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Pertanian Situbondo setelah adanya <i>smelter</i>	86
Gambar 4.26	Grafik Perbandingan Jumlah Pengunjung Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	88
Gambar 4.27	Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan pesimis Jumlah Pengunjung Taman Nasional Baluran setelah adanya <i>smelter</i>	88
Gambar 4.28	Grafik Perbandingan <i>Income</i> Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>).....	90
Gambar 4.29	Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Taman Nasional Baluran setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>).....	90
Gambar 4.30	Grafik Perbandingan <i>Income</i> Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	91
Gambar 4.31	Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Taman Nasional Baluran setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	92
Gambar 4.32	Grafik PerbandinganPendapatan Daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>).....	93
Gambar 4.33	Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah Situbondo setelah adanya <i>smelter</i>	

	(asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>).....	94
Gambar 4.34	Grafik Perbandingan Pendapatan Daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	95
Gambar 4.35	Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah Situbondo setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	96
Gambar 4.36	Bed Resistance dan Eddy Vicosity validasi arus.....	97
Gambar 4.37	Sebaran panas Kanal 60 suhu 30°C step.....	100
Gambar 4.38	Sebaran panas Kanal 60 suhu 30°C step 359.....	100
Gambar 4.39	Sebaran panas Kanal 60 suhu 35°C step 1.....	101
Gambar 4.40	Sebaran panas Kanal 60 suhu 35°C step 359.....	101
Gambar 4.41	Sebaran panas Kanal 20 suhu 40°C step 1.....	102
Gambar 4.42	Sebaran panas Kanal 20 suhu 40°C step 359.....	103
Gambar 4.43.	Perbandingan Potensi Lestari Perikanan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	105
Gambar 4.44.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Potensi Lestari Perikanan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	105
Gambar 4.45.	Perbandingan Produksi Ikan Budidaya sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	107
Gambar 4.46.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Produksi Ikan Budidaya setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	107
Gambar 4.47.	Perbandingan Tangkapan Ikan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	109
Gambar 4.48.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Tangkapan Ikan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	109
Gambar 4.49.	Perbandingan <i>Income</i> Perikanan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	110
Gambar 4.50.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Perikanan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	111
Gambar 4.51.	Perbandingan Jumlah pengunjung sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	112
Gambar 4.52.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Jumlah pengunjung setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	113
Gambar 4.53.	Perbandingan <i>Income</i> Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>).....	114
Gambar 4.54.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Taman Nasional Baluran setelah adanya <i>smelter</i> dengan	

	validasi sebaran panas(Asumsi 500 Pekerja <i>smelter</i>).....	115
Gambar 4.55.	Perbandingan <i>Income</i> Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas (Asumsi 1000 Pekerja <i>smelter</i>).....	116
Gambar 4.56.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis <i>Income</i> Taman Nasional Baluran setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas(Asumsi 1000 Pekerja <i>smelter</i>)...	117
Gambar 4.57.	Perbandingan Pendapatan daerah sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas (Asumsi 500 Pekerja <i>smelter</i>).....	119
Gambar 4.58.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas(Asumsi 500 Pekerja <i>smelter</i>).....	119
Gambar 4.59.	Perbandingan Pendapatan Daerah sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas (Asumsi 1000 Pekerja <i>smelter</i>).....	121
Gambar 4.60.	Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas (Asumsi 1000 Pekerja <i>smelter</i>).....	122

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Permainan Dua Pemain Jumlah Nol	9
Tabel 2.2 Produksi menurut sub sektor perikanan di Situbondo Tahun 2011	30
Tabel 2.3 Produksi menurut sub sektor perikanan dan kecamatan di Situbondo Tahun 2011	30
Tabel 2.4 Daftar Jumlah Kunjungan dan Jenis Kunjungan Balai Taman Nasional Baluran	33
Tabel 3.1 Skenario Hasil Wawancara	41
Tabel 3.2 Skenario Dinamika System dari Skenario Hasil Wawancara	43
Tabel 3.3 Pembagian running modeling stela tanpa validasi sebaran panas dan dengan validasi sebaran panas	44
Tabel 3.5 Jumlah Produksi Perikanan Jenis Penangkapan Ikan menurut sub sector kecamatan dan contoh presentase penurunan	47
Tabel 3.6 Perhitungan Manual Efek Limbah Smelter	48
Tabel 4.1 Produksi menurut sub sektor perikanan di Situbondo Tahun 2011	51
Tabel 4.2 Jumlah produksi dan nilai produksi hasil pertanian komoditas tanaman pangan tahun 2009-2013	52
Table 4.3 Daftar Jumlah Kunjungan dan Jenis Kunjungan Balai Taman Nasional Baluran	53
Tabel 4.4 Tarif Masuk Taman Nasional	53
Tabel 4.5 Rata Jumlah Pengunjung Taman Nasional tahun 2012-2014	54
Tabel 4.6 Asumsi Presentase Jumlah Jenis Pengunjung dan Pendapatan Tiket Masuk	54
Tabel 4.7. Jumlah dan Nilai Pengunjung Candi Bang	55
Tabel 4.8. Usaha Masyarakat Desa Wisata Kebangsaan (Hasil wawancara Warga)	56
Tabel 4.9 Tabel Rekapitulasi Hasil Wawancara Aktor	60
Tabel 4.10. Perbandingan pertumbuhan kondisi potensi lestari perikanan Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	74
Tabel 4.11. Perbandingan pertumbuhan kondisi produksi perikanan budidaya Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	76
Tabel 4.12. Perbandingan pertumbuhan tangkapan ikan Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	78
Tabel 4.13. Perbandingan pertumbuhan <i>income</i> perikanan Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	80
Tabel 4.14. Perbandingan pertumbuhan kondisi produksi tanaman pangan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	82
Tabel 4.15. Perbandingan pertumbuhan produksi tanaman holtikultura Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	84
Tabel 4.16. Perbandingan pertumbuhan <i>Income</i> pertanian Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	85

Tabel 4.17. Perbandingan pertumbuhan jumlah pengunjung Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i>	87
Tabel 4.18. Perbandingan pertumbuhan <i>income</i> Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>).....	89
Tabel 4.19. Perbandingan pertumbuhan <i>income</i> Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	91
Tabel 4.20. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>)....	93
Tabel 4.21. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>)...	95
Tabel 4.22. Pembagian skenario dengan variasi kanal.....	98
Tabel 4.23. Pengaruh limbah dalam skenario stela dengan validasi sebaran panas.....	104
Tabel 4.24. Perbandingan Potensi Lestari Perikanan sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan Validasi Sebaran Panas.....	104
Tabel 4.25. Perbandingan Produksi Perikanan Budidaya sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan Validasi Limbah Panas.....	106
Tabel 4.26. Perbandingan Hasil Tangkapan Ikan Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan Validasi Sebaran Panas.....	108
Tabel 4.27. Perbandingan <i>Income</i> Perikanan Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan Validasi Sebaran Panas.....	110
Tabel 4.28. Perbandingan Jumlah Pengunjung Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> dengan validasi sebaran panas.....	112
Tabel 4.29. Perbandingan pertumbuhan <i>Income</i> Taman Nasional sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>)...	114
Tabel 4.30. Perbandingan pertumbuhan <i>Income</i> Taman Nasional sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	116
Tabel 4.31. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan Daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 500 pekerja <i>smelter</i>)..	118
Tabel 4.32. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya <i>smelter</i> (asumsi 1000 pekerja <i>smelter</i>).....	121
Tabel 4.33. Perbandingan kondisi sector perikanan kondisi eksisting, optimis dan pesimis.....	123
Tabel 4.34. Perbandingan kondisi sektor pertanian kondisi eksisting, optimis dan pesimis.....	125
Tabel 4.35. Perbandingan kondisi sektor Taman Nasional Baluran kondisi eksisting, optimis dan pesimis.....	126
Tabel 4.36. Perbandingan kondisi sektor perikanan kondisi eksisting, optimis dan pesimis dengan validasi sebaran panas.....	128
Tabel 4.37. Perbandingan kondisi sektor Taman Nasional Baluran	

	kondisi eksisting, optimis dan pesimis dengan validasi sebaran panas.....	130
Tabel 4.38.	Perbandingan Hasil Runing Sektor Perikanan Tanpa Validasi sebaran panas dan dengan validasi sebaran panas.....	132
Tabel 4.39.	Perbandingan Hasil Runing Sektor Taman Nasional Baluran Tanpa Validasi sebaran panas dan dengan validasi sebaran panas...	134

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. KONDISI PERIKANAN SITUBONDO	145
LAMPIRAN 2. DATA ANALISA AIR.....	155
LAMPIRAN 3. FOTO-FOTO	157
LAMPIRAN 4. BERKAS WAWANCARA	171

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Situbondo merupakan salah satu Kabupaten di mana mulai dari kecamatan paling barat sampai dengan kecamatan paling timur berbatasan langsung dengan laut dengan panjang pantai sekitar 150 Km. Komoditas perikanan banyak dihasilkan dari kabupaten ini termasuk yang diekspor seperti ikan kerapu, jenis udang dan jenis ikan lainnya. Dari sektor pertanian, komoditas padi, jagung, kacang, buah dan sayur menjadi berkah tersendiri untuk penduduk yang berprofesi sebagai petani. Selain itu, terdapat Taman Nasional Baluran yang keberadaannya menyumbang beberapa profesi untuk masyarakat sekitar seperti sewa kendaraan yaitu ojek, truk dan mobil, sewa penginapan (home stay), warung dan restoran.

Selama 5 tahun terakhir dari tahun 2011 sampai 2015, hasil produksi perikanan terbanyak diperoleh dari kecamatan Banyuwatoh. Taman Nasional Baluran juga berada di kecamatan Banyuwatoh ini merupakan bagian dari konservasi flora dan fauna yang wajib dilindungi oleh Pemerintah dan semua warga negara sesuai dengan amanah negara yang tertuang dalam UU 5 tahun 1990 tentang konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistem. Terumbu karang yang terdapat di sepanjang pantainya dengan lebar berkisar 5-30 meter menjadikan biodiversitas yang sangat tinggi terutama ikan yang menjadi tangkapan nelayan sekitar. Kemungkinan kondisi kekayaan terumbu karang ini yang menjadi salah satu penyebab tingginya produksi perikanan di kecamatan ini. Namun, saat ini kondisi baluran berada dalam ancaman dengan adanya rencana pembangunan pabrik pengolahan nikel di sekitar areal Taman Nasional Baluran. Sebagaimana diketahui pertumbuhan nikel di Indonesia sangat pesat namun penerimaan negara dari aktivitas pertambangan nikel justru cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena menurunnya harga nikel global akibat berlebihan pasokan nikel dari Cina yang mengolah bijih nikel

mentah dari Indonesia dengan harga rendah. Sumber daya nikel di Indonesia yang sebelumnya melimpah, saat ini berkurang dengan cepat sehingga perlu dikelola dengan bijaksana. Oleh karena itu pemerintah mengatur agar setiap nikel yang hendak diekspor adalah nikel yang sudah di olah, bukan nikel mentah sehingga nilainya menjadi lebih tinggi.

Pada tanggal 12 Januari 2014, presiden Susilo Bambang Yudhoyono telah menetapkan berlakunya Peraturan Pemerintah Nomor 1 tahun 2014 mengenai kebijakan larangan ekspor bijih nikel mentah sebagai bentuk realisasi dari Undang-undang No.4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (minerba). Dan menjadi suatu keniscayaan berdirinya pabrik pengolahan nikel yang di kenal dengan *smelter* nikel untuk mendukung tujuan tersebut. Salah satu tempat penambangan nikel adalah di Sulawesi dan salah satu tempat pengolahan yang di tuju adalah kabupaten Situbondo. Faktor kemudahan transportasi terkait penghematan biaya kemungkinan menjadi salah satu faktor pendukung pengambilan lokasi di pesisir utara Jawa ini. Yang perlu dikaji ketika pemerintah daerah memberikan izin pendirian pabrik ini adalah bagaimana efek yang akan ditimbulkan jika Pabrik nikel ini di bangun, tidak hanya terdapat satwa liar dan tumbuhan di Baluran tetapi juga terhadap ekosistem pesisir, pantai dan laut yang efeknya tentu akan mempengaruhi nasib nelayan di mana kehidupan mereka sangat bergantung kepada ikan yang ada di laut. Limbah lain seperti SO_2 juga menjadi ancaman komoditas pertanian dengan adanya hujan asam.

Karena Emisi dari setiap *smelter* terdiri dari puluhan zat ,di mana dari puluhan zat tersebut sebagian besar bersifat racun(M.V. Kozlov, 2005).Seperti penelitian yang di lakukan oleh A Nicolaidou and J. A. Nott di teluk Larmyn, Laut Mediterania, tentang kadar akumulasi logam berat pada biota laut dalam hal ini Gastropoda di sekitar pembangunan *smelter* nikel, di temukan kadar logam yang semakin meningkat pada Gastropoda yaitu Fe, Ni, Cd, Co, Cu, Zn dan Cr yang di temukan dari tahun 1986-1988. Kasus lain di Norilsk, Rusia juga telah menunjukkan kepada dunia efek buruk dari pembangunan *smelter* nikel. Sebelumnya, kota ini merupakan kompleks *smelting* logam berat terbesar di dunia. Dalam setahun lebih dari 4 juta ton kadmium, tembaga,

timah, nikel, arsenik, selenium, dan zinc terlepas ke udara. Kadar tembaga dan nikel di udara melebihi ambang batas yang diperbolehkan, dan sebagai akibatnya dalam radius 48 km dari *smelter*, tidak ada satu pohon pun yang bertahan hidup. Limbah dari cerobong asap yang sebagian besar mengandung SO₂ harus menjadi perhatian serius. Gas yang berbau tajam tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun jika bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam. Zat asam inilah yakni H₂SO₄ yang dapat merusak tanaman dan biota laut yang dikenainya.

Setiap kebijakan tentunya tidak terlepas dari kecenderungan kepentingan dan pengaruh dari beberapa pihak terhadap permasalahan yang sedang di bahas. Dalam permasalahan terkait isu *smelter* ini, kami mencoba melihat kecenderungan dari beberapa pihak yang terkait dalam penentuan berdirinya *smelter* nikel. Selanjutnya, estimasi efek *smelter* terhadap perekonomian terutama yang bersumber dari sektor perikanan, pertanian, dan Taman Nasional Baluran kami modelkan dengan menggunakan software *stela* dengan beberapa validasi dari software yang lain. Apakah dengan adanya smelter akan meningkatkan kemakmuran masyarakat di tinjau dari segi ekonomi atau kebalikannya menurunkan kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat.

Di mana berdasarkan survey BPS, masyarakat di bawah garis kemiskinan paling tinggi adalah mereka yang berprofesi sebagai nelayan dan petani. Pemodelan selama 10-30 tahun ini dengan harapan dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah Situbondo dalam mengambil keputusan.

1.2 Rumusan Masalah

Ada beberapa rumusan masalah dalam rencana penelitian ini yaitu

1. Bagaimana dampak pembangunan *smelter* nikel di dekat Baluran terhadap ekosistem di Taman Nasional Baluran, pertanian dan perikanan di Kabupaten Situbondo sampai 30 tahun mendatang?
2. Bagaimana dampak pembangunan *smelter* nikel di dekat Baluran terhadap kondisi perekonomian masyarakat di Kabupaten Situbondo?

3. Bagaimana alternatif solusi untuk mengurangi efek buruk pembangunan *smelter* tanpa mengurangi kesempatan lapangan kerja sebagian masyarakat?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin di peroleh dari penelitian ini adalah

1. Mengestimasi dampak pembangunan *smelter* nikel di dekat Baluran terhadap ekosistem di Taman Nasional Baluran, pertanian dan dan perikanan di Kabupaten Situbondo 10-30 tahun mendatang
2. Mengestimasi dampak pembangunan *smelter* nikel di dekat Baluran terhadap kondisi perekonomian masyarakat di Kabupaten Situbondo
3. Membuat alternatif solusi untuk mengurangi efek buruk pembangunan *smelter* tanpa mengurangi kesempatan lapangan kerja sebagian masyarakat atau menanggukkan berdirinya *smelter* jika dampak buruknya jauh lebih besar

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang penulis harapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

Bagi Pembaca

1. Sebagai sumber informasi dan pengetahuan tentang *smelter* nikel
2. Sebagai sumber informasi tentang dampak limbah *smleter* terhadap kelestarian lingkungan dan perekonomian masyarakat
3. Meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan alam dan sosial

Bagi Pemerintah

Sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait keberlanjutan ekosistem dan kelestarian lingkungan serta pertimbangan dampak terhadap kondisi perekonomian masyarakat.

1.5 Hipotesis

Hipotesa dari penelitian kami adalah

- a. Pertumbuhan ekonomi akan menurun dengan di tandainya pertumbuhan perikanan, pertanian yang lebih lambat jika *smelter* di bangun di sekitar Baluran dengan konsep *green smelter*
- b. Pertumbuhan ekonomi akan menurun cukup drastis jika *smelter* di bangun di sekitar Baluran dengan konsep *non green smelter*
- c. Pertumbuhan ekonomi akan terus mengalami peningkatan secara stabil dengan kondisi tanpa pembangunan *smelter* karena kondisi lingkungan juga terjaga dengan baik.

1.6 Batasan Penelitian

Ada beberapa hal yang menjadi batasan dalam penelitian kami di antaranya

1. Kondisi perekonomian yang di amati lebih kepada pendapatan masyarakat yang bekerja di sektor pertanian, perikanan, pendapatan Taman Nasional dari kunjungan wisata dan calon pekerja di *smelter* lebih khusus terhadap masyarakat yang bertempat tinggal di Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Situbondo
2. Persentase penurunan komoditas akibat limbah SO_2 dan limbah logam berat berdasarkan penelitian dan studi ilmiah sebelumnya
3. Presentase penurunan komoditas akibat limbah panas dari kanal pendingin di validasi dengan menggunakan pemodelan numerik pola sebaran panas.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

2.1 Game Theory

Menurut *John von Neumann dan Oskar Morgenstern* permainan terdiri atas sekumpulan peraturan yang membangun situasi bersaing dari dua sampai beberapa orang atau kelompok dengan memilih strategi yang dibangun untuk memaksimalkan kemenangan sendiri atau pun untuk meminimalkan kemenangan lawan. Peraturan-peraturan menentukan kemungkinan tindakan untuk setiap pemain, sejumlah keterangan diterima setiap pemain sebagai kemajuan bermain, dan sejumlah kemenangan atau kekalahan dalam berbagai situasi.

Sedangkan Kartono menjelaskan bahwa teori permainan (*Game Theory*) merupakan teori yang menggunakan pendekatan matematis dalam merumuskan situasi persaingan dan konflik antara berbagai kepentingan. Teori ini dikembangkan untuk menganalisa proses pengambilan keputusan yaitu strategi optimum dari situasi-situasi persaingan yang berbeda-beda dan melibatkan dua atau lebih kepentingan. Secara umum teori permainan dapat didefinisikan sebagai **sebuah pendekatan terhadap kemungkinan strategi yang akan dipakai, yang disusun secara matematis agar bisa diterima secara logis dan rasional. Serta digunakan untuk mencari strategi terbaik dalam suatu aktivitas, di mana setiap pemain didalamnya sama-sama mencapai utilitas tertinggi.**

Ide dasar dari teori permainan adalah tingkah laku strategis dari pemain atau pengambil keputusan. Setiap pemain diasumsikan mempunyai suatu seri rencana atau model tingkah laku dari mana pemain dapat memilih, jika memilih suatu himpunan strategi. Permainan diartikan sebagai gerakan khusus yang harus dipilih dari himpunan strategi yang ada. Anggapannya bahwa setiap pemain mempunyai kemampuan untuk mengambil keputusan secara bebas dan rasional. Teori ini menyediakan suatu bahasa untuk memformulasikan,

menstrukturkan, menganalisa dan mengerti skenario strategi serta digunakan untuk pemilihan strategi.

Langkah pertama dalam menggunakan teori permainan adalah menentukan secara eksplisit pemain, strategi-strategi yang ada dan juga menentukan preferensi serta reaksi dari setiap pemain.

Ketentuan umum dari teori permainan adalah :

- 1) Setiap pemain bermain rasional, dengan asumsi memiliki intelegensi yang sama, dan tujuan sama, yaitu memaksimumkan payoff, dengan kriteria maksimin dan minimaks.
- 2) Minimal terdiri dari 2 pemain, keuntungan bagi salah satu pemain merupakan kerugian bagi pemain lain.
- 3) Tabel yang disusun menunjukkan keuntungan pemain baris, dan kerugian pemain kolom.
- 4) Permainan dikatakan adil jika hasil akhir menghasilkan nilai nol (0), tidak ada yang menang/kalah.
- 5) Tujuan dari teori permainan ini adalah mengidentifikasi strategi yang paling optimal

Model teori permainan dapat diklasifikasikan dengan sejumlah cara seperti jumlah pemain, jumlah keuntungan dan kerugian serta jumlah strategi yang digunakan dalam permainan. Contoh bila jumlah pemain adalah dua, pemain disebut sebagai permainan dua-pemain. Jika jumlah keuntungan dan kerugian adalah nol, disebut permainan jumlah nol (zero-sum game) atau jumlah konstan. Sebaliknya bila tidak sama dengan nol, permainan disebut permainan bukan jumlah nol (*non zero – sum game*).

Berikut ini akan diuraikan beberapa unsur atau elemen dasar yang penting dalam penyelesaian dari setiap kasus dengan teori permainan dengan mengambil permainan dua pemain jumlah nol.

Tabel 2.1 Permainan Dua Pemain Jumlah Nol

Pemain A	Pemain B		
	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	1	9	2
A ₂	8	5	4

Dari tabel di atas dapat diuraikan unsur-unsur dasar teori permainan :

1. Angka-angka dalam matriks payoff, atau biasa disebut matriks permainan, menunjukkan hasil-hasil dari strategi-strategi permainan yang berbeda-beda. Hasil-hasil ini dinyatakan dalam suatu bentuk ukuran efektivitas, seperti uang, persentase market share. Dalam permainan dua pemain jumlah nol, bilangan-bilangan positif menunjukkan keuntungan bagi pemain baris (maximizing player), dan merupakan kerugian bagi pemain kolom (maximizing player). Sebagai contoh, bila pemain A mempergunakan strategi A₁ dan pemain B memilih strategi B₂, maka hasilnya A memperoleh keuntungan 9 dan B kerugian 9. Anggapannya bahwa matriks payoff diketahui oleh kedua pemain.
2. Suatu *strategi permainan* adalah rangkaian kegiatan atau rencana yang menyeluruh dari seorang pemain, sebagai reaksi atas aksi yang mungkin dilakukan oleh pemain lain yang menjadi pesaingnya. Dalam hal ini dianggap bahwa suatu strategi tidak dapat dirusak oleh para pesaing atau faktor lain. Dalam tabel di atas pemain A mempunyai 2 strategi yaitu A₁ dan A₂ dan pemain B mempunyai 3 strategi yaitu (B₁, B₂, B₃)
3. *Aturan-aturan permainan* menggambarkan kerangka dengan mana para pemain memilih strategi mereka. Sebagai contoh, dipakai anggapan bahwa para pemain harus memilih strategi-strategi mereka secara simultan dan bahwa permainan adalah berulang.
4. *Nilai permainan* adalah hasil yang diperkirakan permainan atau payoff rata-rata dari sepanjang rangkaian permainan, di mana kedua pemain mengikuti atau mempergunakan strategi mereka yang paling baik atau optimal. Suatu

permainan dikatakan “*adil*” (*fair*) apabila nilainya nol, di mana tak ada pemain yang memperoleh keuntungan atau kemenangan. Permainan dikatakan “*tidak adil*” (*unfair*) apabila nilainya bukan nol.

5. Suatu strategi dikatakan *dominan* bila setiap payoff dalam strategi adalah superior terhadap setiap payoff yang berhubungan dalam suatu strategi alternatif. Nilai permainan adalah 4. Aturan dominan ini dapat digunakan untuk mengurangi ukuran matriks payoff dan upaya perhitungan.

6. Suatu *strategi optimal* adalah rangkaian kegiatan, atau rencana yang menyeluruh, yang menyebabkan seorang pemain dalam posisi yang paling menguntungkan tanpa memperhatikan kegiatan-kegiatan para pesaingnya.

7. Tujuan dari model permainan adalah mengidentifikasi strategi atau rencana optimal untuk setiap pemain. Dari contoh diatas, **strategi optimal untuk A adalah A2, dan B3 adalah strategi optimal untuk B.**

2.2. Model Sistem Dinamik

Sistem dinamik pertama kali diperkenalkan oleh Jay W. Forrester di Massachusetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 1950-an, merupakan suatu metode pemecahan masalah-masalah kompleks yang timbul karena adanya kecenderungan sebab akibat dari berbagai macam variabel di dalam sistem. Metode sistem dinamik pertama kali diterapkan pada permasalahan manajemen seperti fluktuasi inventori, ketidakstabilan tenaga kerja, dan penurunan pangsa pasar suatu perusahaan. Hingga saat ini aplikasi metode sistem dinamik terus berkembang semenjak pemanfaatannya dalam bidang-bidang sosial dan ilmu-ilmu fisik.

Berikut ini pengertian sistem dinamik adalah sebagai berikut :

- a. Sistem dinamik adalah suatu metode analisis permasalahan di mana waktu merupakan salah satu faktor penting, dan meliputi pemahaman bagaimana suatu sistem dapat dipertahankan dari gangguan di luar sistem, atau dibuat sesuai dengan tujuan dari pemodelan sistem yang akan dibuat (Coyle, 1979).
- b. Sistem dinamik adalah metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks. Metodologi ini dititikberatkan pada kebijakan dan bagaimana

kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah masalah yang dapat dimodelkan oleh sistem dinamik (Richardson dan Pugh, 1986).

c. Sistem dinamik adalah suatu metode pendeskripsian kualitatif, pemahaman, dan analisis sistem kompleks dalam ruang lingkup proses, informasi, dan struktur organisasi, yang memudahkan dalam simulasi pemodelan kuantitatif dan analisis kebijakan dari struktur sistem dan kontrol (Wolstenholme, 1989 di dalam Daalen dan Thissen, 2001).

d. Sistem dinamik adalah suatu bidang untuk memahami bagaimana sesuatu berubah menurut waktu. Sistem ini dibentuk oleh persamaan-persamaan diferensial. Persamaan diferensial digunakan untuk masalah-masalah biofisik yang diformulasikan sebagai keadaan di masa datang yang tergantung dari keadaan sekarang (Forrester, 1999).

Model yang dikembangkan dengan sistem dinamik mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Menggambarkan hubungan sebab akibat dari sistem
- b. Sederhana dalam mathematical nature
- c. Sinonim dengan terminologi dunia industri, ekonomi, dan sosial dalam tatanama
- d. Dapat melibatkan banyak variabel
- e. Dapat menghasilkan perubahan yang tidak kontinyu jika dalam keputusan memang dibutuhkan (Forrester, 1961 di dalam Noorsaman dan Wahid, 1998).

Pada umumnya model dibangun untuk tujuan peramalan (forecasting) atau perancangan kebijaksanaan. Berbeda dengan model statis, pendekatan model dinamik bersifat deduktif dan mampu menghilangkan kelemahan-kelemahan dalam asumsi-asumsi yang dibuat sehingga kesepakatan atas asumsi-asumsi dapat diperoleh. Model dinamik menekankan pada proses perubahan dari satu kondisi ke kondisi lainnya. Karena perubahan memakan waktu, delay menjadi hal penting dalam pemodelan dinamik. Apabila dalam model statis tingkat variabel keadaan dan kelakuan sistem yang lalu menentukan tingkat stok dan kelakuan sistem sekarang, maka dalam model sistem dinamik hubungan temporal hanya berlaku untuk tingkat stok saja dan tidak untuk kelakuan sistem. Kelakuan sistem pada saat sekarang tidak dapat

diterangkan oleh kelakuannya pada waktu yang lalu, melainkan oleh mekanisme interaksi struktur mikro dalam sistem (Tasrif, 1993 di dalam Noorsaman dan Wahid,1998).

Dalam menyusun model dinamik terdapat tiga bentuk alternatif yang dapat digunakan (Muhammadi et al., 2001), yaitu :

a. Verbal

Model verbal adalah model sistem yang dinyatakan dalam bentuk kata kata.

b. Visual (analog model kualitatif)

Deskripsi visual dinyatakan secara diagram dan menunjukkan hubungan sebab akibat banyak variabel dalam keadaan sederhana dan jelas. Analisis deskripsi visual dilakukan secara kualitatif.

c. Matematis

Model visual dapat direpresentasikan ke dalam bentuk matematis yang merupakan perhitungan-perhitungan terhadap suatu sistem. Semua bentuk perhitungannya bersifat ekuivalen, yang mana setiap bentuk berperan sebagai alat bantu untuk dimengerti bagi yang awam.

3. Pendekatan Sistem Dinamik

Permasalahan dalam sistem dinamik dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh dari luar namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem. Tujuan metodologi sistem dinamik berdasarkan filosofi kausal (sebab akibat) adalah mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang tata cara kerja suatu sistem (Asyiawati, 2002).

Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik adalah :

a. Identifikasi dan definisi masalah

b. Konseptualisasi sistem

c. Formulasi model

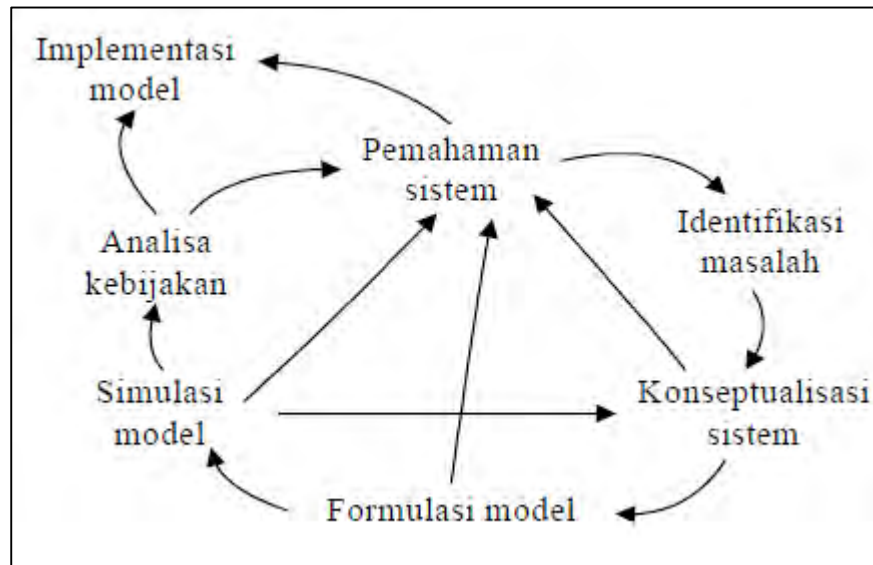
d. Simulasi model

e. Analisa kebijakan

f. Implementasi kebijakan

Tahapan dalam pendekatan sistem dinamik ini diawali dan diakhiri dengan pemahaman sistem dan permasalahannya sehingga membentuk suatu

lingkaran tertutup. Proses dari pendekatan sistem dinamik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1. Tahapan pendekatan sistem dinamik (Widayani, 1999)

Pendefinisian masalah merupakan tahap yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui di mana sebenarnya pemodelan sistem perlu dilakukan. Tahap selanjutnya adalah menetapkan tujuan dan batas permasalahan dari sistem yang akan dimodelkan. Batas sistem menyatakan komponen-komponen yang termasuk dan tidak termasuk dalam pemodelan sistem. Batas sistem ini meliputi kegiatan-kegiatan di dalam sistem sehingga perilaku yang dipelajari timbul karena interaksi dari komponen-komponen di dalam sistem (Purnomo, 2003). Selanjutnya, konseptualisasi model dilakukan atas dasar permasalahan yang didefinisikan. Ini dimulai dengan identifikasi komponen atau variabel yang terlibat dalam pemodelan. Variabel-variabel tersebut kemudian dicari interelasinya satu sama lain dengan menggunakan ragam metode seperti diagram sebab akibat (causal), diagram kotak panah (stock and flow), dan diagram sekuens (aliran).

Konseptualisasi model ini memberikan kemudahan bagi pembaca agar dapat mengikuti pola pikir yang tertuang dalam model sehingga menimbulkan pemahaman yang lebih mendalam atas sistem (Purnomo, 2003). Kemudian pada tahap formulasi (spesifikasi) model dilakukan perumusan makna yang sebenarnya dari setiap relasi yang ada dalam model konseptual, ini dilakukan

dengan memasukkan data kuantitatif ke dalam diagram model. Spesifikasi model dilakukan terhadap variabel Implementasi model variabel yang saling berhubungan dalam diagram. Pemodel dapat menentukan nilai parameter dan melakukan percobaan-percobaan terhadap pengembangan model dengan mengkomunikasikan kepada aktor-aktor yang terlibat. Dalam hal ini, model diformulasikan dengan persamaan matematik (Purnomo, 2003).

Pada prinsipnya, model sistem dinamik dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numerik dalam sebuah bahasa pemrograman. Perangkat lunak khusus untuk sistem dinamik telah banyak tersedia seperti Dynamo, Stella, Powersim, Vensim, Ithink, dan lain-lain. Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif berupa data, informasi dimasukkan dengan mengklik variabel-variabel yang tersedia seperti level, rate, auxiliary, dan konstanta dan kemudian nilai/formula dimasukkan ke dalam variabel-variabel tersebut. Selanjutnya, metode numerik dan time step dapat dipilih untuk mengkalkulasi model (Muhammadi et al., 2001).

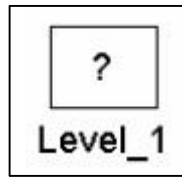
Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi terhadap model dan melakukan validasi model yang juga akan menimbulkan umpan balik terhadap pemahaman sistem. Menurut Muhammadi et al. (2001) simulasi model dilakukan untuk memahami gejala atau proses sistem, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan. Sedangkan validasi model dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Hasil validasi ini kemudian akan menimbulkan proses perbaikan dan reformulasi model. Akhirnya dilakukan analisis kebijakan pada model yang telah valid dan ini akan menambah pemahaman terhadap sistem.

Dalam pemodelan sistem dinamik terdapat besaran-besaran pokok yang terdiri atas variabel-variabel. Variabel dalam Stella yang digunakan adalah variabel "level", variabel "rate", variabel "auxiliary", dan variabel "konstanta"

a. "Level"

"Level" merupakan variabel yang menyatakan akumulasi dari sejumlah benda (nouns) seperti orang, uang, inventori, dan lain-lain, terhadap waktu. "Level"

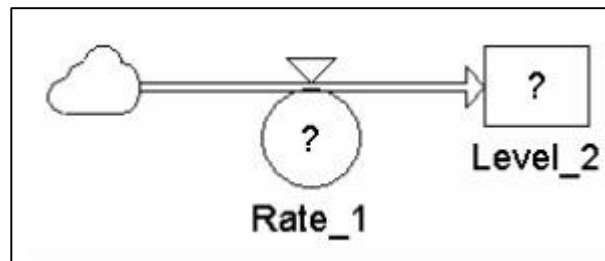
dipengaruhi oleh variabel "rate" dan dinyatakan dengan simbol persegi panjang. Pada bagian bawah simbol variabel "level" menunjukkan nama variabel.



Gambar 2.2. Simbol variabel "level"

b. "Rate"

"Rate" merupakan suatu aktivitas, pergerakan (movement), atau aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam suatu variabel "level". "Rate" merupakan satu-satunya variabel yang mempengaruhi variabel "level" (Tasrif, 2004). Dalam Stella simbol "rate" dinyatakan dengan kombinasi antara "flow" dan "auxiliary". Simbol ini harus terhubung dengan sebuah variabel "level".



Gambar 2.3. Simbol variabel "rate"

c. "Auxiliary"

"Auxiliary" merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara "level" dan "rate" (Shintasari, 1988). Seperti variabel "level", variabel "auxiliary" juga dapat digunakan untuk menyatakan sejumlah benda (nouns). Simbol "auxiliary" dinyatakan dengan sebuah lingkaran.

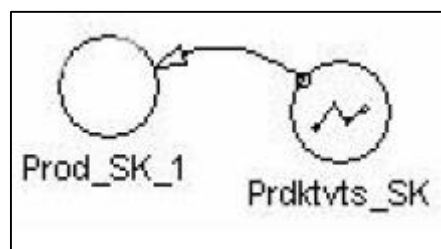


Gambar 2.4. Simbol variabel "auxiliary"

Simbol-simbol lain yang digunakan dalam diagram aliran model adalah simbol fungsi tabel, simbol fungsi tunda (delay), simbol sumber dan penampung (sink), dan simbol garis-garis aliran.

a. Fungsi Tabel

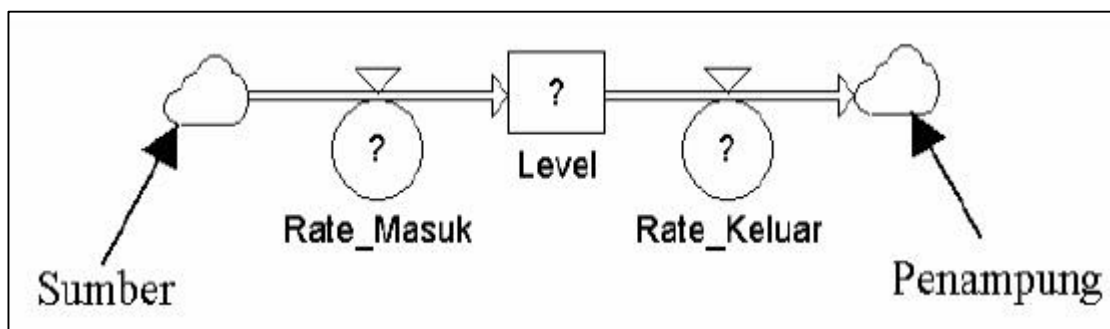
Fungsi tabel menyatakan hipotesa pembuat model tentang hubungan dua variabel yang tidak dapat dinyatakan dalam sebuah persamaan matematik (Shintasari, 1988). Persamaan tabel juga merupakan persamaan "auxiliary". Nilai variabel "auxiliary" dalam fungsi/persamaan tabel ditentukan melalui suatu tabel yang menggambarkan pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya (Tasrif, 2004). Simbol fungsi tabel dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.5. Simbol "fungsi tabel"

b. Sumber dan Penampung

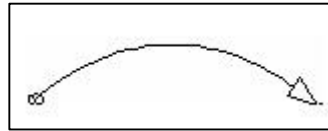
Sumber dan penampung menggambarkan sesuatu di luar sistem (lingkungan sistem). Sumber dan penampung memiliki kapasitas tidak terbatas dan tidak mempengaruhi dalam model aliran. Sumber menyatakan asal aliran, sedangkan penampung menyatakan tujuan dari suatu aliran. Simbol sumber dan penampung dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.6. Simbol "sumber dan penampung"

d. Garis Penghubung

Garis penghubung (link) menghubungkan antara satu variabel dengan variabel lainnya atau antara variabel dengan konstanta. Simbol link dalam Stela dinyatakan dengan sebuah panah halus.



Gambar 2.7. Simbol "garis penghubung"

Dalam proses simulasi, perhitungan persamaan dilakukan setahap demi setahap terhadap waktu. Pertambahan waktu yang kontinyu, dipecah pecah dalam interval waktu yang pendek dan sama besar.

Tasrif (2004) mengemukakan persamaan model sistem dinamik merupakan persamaan discrete differential. Sistem persamaan tersebut memiliki bentuk umum sebagai berikut :

$$L_{sk} = L_{sb} + PL_{sbPsk} \dots\dots\dots (1)$$

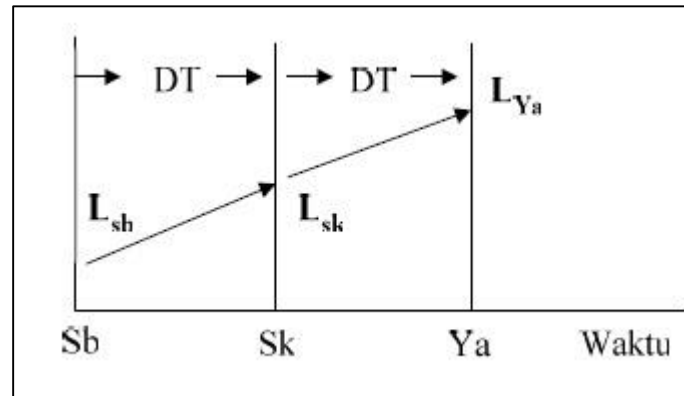
$$PL_{sbPsk} = f(L_{sb}) \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan (1) menyatakan nilai variabel level (L) pada saat sekarang (L_{sk}) adalah sama dengan nilai variabel L pada saat sebelumnya (L_{sb}) ditambah dengan perubahan nilai variabel L dari sebelumnya sampai sekarang (PL_{sbPsk}). Persamaan (2) menyatakan bahwa perubahan nilai variabel L dari sebelumnya (sb) sampai sekarang (sk), PL_{sbPsk} , merupakan suatu fungsi dari nilai variabel sebelumnya (L_{sb}). Apabila interval waktu antara $sbPsk$ dinyatakan sebagai $_t$, dan dipilih cukup kecil, maka perilaku L terhadap waktu mendekati perilaku suatu sistem kontinyu.

Dalam formulasi pemodelan sistem dinamik digunakan operasi aritmatika sebagai berikut :

- + Penjumlahan / Pembagian
- Pengurangan ^ Pangkat
- * Perkalian () Pengelompokan

Dalam simulasi sistem dinamik, urutan komputasi simulasi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.8. Urutan komputasi simulasi sistem dinamik (Tasrif, 2004)

Di mana,

Sb : Sebelumnya

Sk : Sekarang

Ya : Yang akan datang

Dt : Interval waktu simulasi (Δt)

Sesuai dengan banyaknya jenis variabel dan konstanta, dikenal beberapa macam persamaan yaitu :

1. Persamaan "level"

Persamaan "level" merupakan persamaan yang menghitung akumulasi aliran masuk dan aliran keluar pada selang waktu tertentu. Harga baru suatu level dihitung dengan menambah atau mengurangi harga "level" suatu interval waktu sebelumnya dengan "rate" yang bersangkutan dikalikan dengan interval waktu yang digunakan. Harga variabel "level" dapat diubah oleh beberapa buah variabel "rate" (Shintasari, 1988).

Contoh : $L_{sk} = L_{sb} + DT * (R_{MsbPsk} - R_{KsbPsk})$

Di mana,

L : "level" (unit)

L_{sk} : harga baru dari "level" yang akan dihitung pada saat sekarang (sk)

L_{sb} : harga "level" pada saat sebelumnya (sb)

DT : interval waktu (satuan waktu)

RM : "rate" yang akan menambah "level" L ("rate" masuk)

RK : "rate" yang akan mengurangi "level" L ("rate" keluar)

RMsbPsk : harga "rate" yang akan menambah "level" L selama interval waktu sbPsk (unit/satuan waktu)

RKsbPsk : harga "rate" yang akan mengurangi "level" L selama interval waktu sbPsk (unit/satuan waktu)

2. Persamaan "rate"

Persamaan "rate" menyatakan bagaimana aliran di dalam sistem diatur. Harga variabel "rate" dalam suatu interval waktu sering dipengaruhi oleh variabel-variabel "level", "auxiliary", atau "konstanta" dan tidak dipengaruhi oleh panjangnya waktu. Persamaan "rate" dihitung pada saat sk, dengan menggunakan informasi dari "level" atau "auxiliary" pada saat sk untuk mendapatkan "rate" aliran selama interval waktu selanjutnya (skPya). Asumsi yang diambil dalam perhitungan "rate" ini adalah bahwa selama interval waktu DT, harga "rate" konstan. Hal ini merupakan pendekatan dari keadaan sebenarnya dimana "rate" berubah terhadap waktu secara kontinyu (Shintasari, 1988). Bentuk persamaan "rate" adalah :

$RMskPya = f(\text{"level"}, \text{"auxiliary"}, \text{dan "konstanta"})$

3. Persamaan "auxiliary"

Persamaan "auxiliary" berfungsi untuk membantu menyederhanakan persamaan "rate" yang rumit. Harga "auxiliary" dipengaruhi oleh variabel "level", variabel "auxiliary" lain dan konstanta yang telah diketahui (Shintasari, 1988).

Contoh : $Ask = Lsk / C$

Di mana,

A : variabel "auxiliary"

Ask : harga variabel "auxiliary" A yang akan dihitung pada saat sk

Lsk : harga variabel "level" L pada saat sk

C : harga konstanta

4. Persamaan "konstanta" / parameter

Suatu konstanta mempunyai harga yang tetap sepanjang selang waktu simulasi, sehingga tidak memerlukan notasi waktu di belakangnya. Persamaan konstanta menunjukkan nilai parameter yang selalu mengikuti persamaan variabel "level", "rate", atau "auxiliary" (Shintasari, 1988).

Contoh : Const = 0,04

Di mana,

Const : nama dari suatu konstanta

5. Persamaan "Fungsi Tabel" (Graph)

Persamaan fungsi tabel nilainya ditentukan melalui sebuah tabel sebagai fungsi dari besaran tertentu. Fungsi "GRAPH" digunakan bila data berupa tabel atau data menunjukkan hubungan yang nonlinier. Di samping fungsi "GRAPH" sendiri, terdapat beberapa bentuk fungsi "GRAPH" antara lain GRAPH CURVE, GRAPH LINAS, dan GRAPH STEP. Perbedaan keempat fungsi GRAPH tersebut adalah terletak pada output yang dimunculkan (Muhammadi et al, 2001).

Contoh : GR = GRAPH [X, X1, Dx, Y(N)]

Di mana,

X : variabel input, variabel independen (bebas), disebut juga sumbu X

X1 : nilai pertama dari variabel X

Dx : pertambahan nilai (increment) dari variabel bebas X, nilainya selalu positif

Y(N) : vektor (sumbu Y, disebut juga output)

6. Persamaan Fungsi Logika

Beberapa fungsi logika yang terdapat dalam Powersim adalah fungsi IF, TIMECYCLE, MAX, dan MIN (Tasrif, 2004).

a. IF

Digunakan untuk menggambarkan suatu kondisi (conditional function). IF (Condition, Val1, Val2)

Di mana,

Condition : suatu logical value (true or false)

Val1 : angka sembarang (computational parameter)

Val2 : angka sembarang (computational parameter)

b. TIMECYCLE

Digunakan untuk menguji siklus waktu atau interval waktu. TIMECYCLE (First, Interval) dimana,

First : waktu pertama untuk pengecekan

Interval : waktu diantara pengecekan satu ke pengecekan berikutnya

c. MAX

Digunakan untuk memilih nilai yang paling besar dari beberapa nilai. MAX (X1, X2, X3, ..., Xn)

d. MIN

Digunakan untuk memilih nilai yang paling kecil dari beberapa nilai. MIN (X1, X2, X3, ..., Xn)

7. Persamaan Fungsi Bilangan Acak (Random Number)

Beberapa fungsi bilangan acak antara lain fungsi RANDOM, dan fungsi NORMAL (Tasrif, 2004).

a. RANDOM

Digunakan untuk membangkitkan sejumlah bilangan acak yang berdistribusi uniform. RANDOM (0.5,1.5)

b. NORMAL

Digunakan untuk memberikan bilangan acak yang sebarannya sesuai dengan sebaran normal.

NORMAL (mean, StdDev)

Di mana,

Mean : mean nilai yang ditentukan

StdDev : nilai standar deviasinya Setiap persamaan yang telah disebutkan di atas dalam Stella diberi simbol sesuai dengan jenis persamaan yang diwakilinya.

Persamaan "level" merupakan penjumlahan/akumulasi, atau persamaan integral. Persamaan "rate" dan "auxiliary" adalah perhitungan aritmatik. Sedangkan persamaan "konstanta" merupakan masukan nilai u

2.3 Penggunaan Sistem Dinamik dalam Pengendalian Lingkungan

Penggunaan sistem dinamik banyak digunakan dalam pengendalian lingkungan dari pencemaran dan pengelolaan lingkungan agar tetap sustain. Diantaranya model dinamik pengendalian pencemaran air kali Surabaya. Kali Surabaya termasuk dalam sungai strategis nasional. Pencemaran kali Surabaya menjadi salah satu contoh kasus permasalahan pencemaran air yang mendapat perhatian banyak pihak karena kualitas air Surabaya mempunyai multifungsi yang sangat vital dalam menunjang pembangunan daerah yaitu sebagai sumber baku air minum, industri, pertanian, dan sarana rekreasi. Sementara itu kualitasnya cenderung mengalami penurunan(Masduqi, 2006 dalam Suwari). Tentunya hal ini harus dikendalikan. Oleh karena itu dilakukan pendekatan sistem dinamik dengan melibatkan berbagai faktor yang berpengaruh sehingga diharapkan dapat menghasilkan suatu model pencemaran air dan strategi pengendalian pencemaran secara holistik.

Hasilnya menunjukkan ada lima faktor yang memiliki pengaruh kuat terhadap kinerja sistem dan ketergantungan yang rendah yakni pertumbuhan penduduk dan kesadaran masyarakat, persepsi masyarakat, implementasi peraturan pengendalian pencemaran, komitmen/dukungan pemerintah Daerah, sistem dan kapasitas kelembagaan. Dan prediksi beban pencemaran air kali Surabaya yang akan terjadi selama 20 tahun mendatang akan sangat bergantung pada kebijakan yang akan dipilih oleh pengelola kali Surabaya. Kebijakan yang dapat diterapkan untuk menekan beban pencemaran kali Surabaya agar sesuai dengan baku mutu air kelas 1 berdasarkan prioritas yaitu menurunkan laju pertumbuhan penduduk, dan meningkatkan kesadaran masyarakat, meningkatkan persepsi masyarakat, melaksanakan peraturan pengendalian pencemaran air secara tegas dan konsisten, meningkatkan komitmen/dukungan pemerintah daerah, dan meningkatkan sistem dan kapasitas kelembagaan pengelola Kali Surabaya.

Pemodelan sistem dinamik juga digunakan dalam pengembangan alternatif kebijakan pengelolaan hutan yang adil dan lestari. Realitanya, pengelolaan hutan yang menyangkut sistem biofisik dan sistem sosial sangat kompleks. Sehingga abstraksi kompleksitas perlu di modelkan agar mudah dipahami oleh para pengambil kebijakan sebagai masukan dalam membuat kebijakan publik.

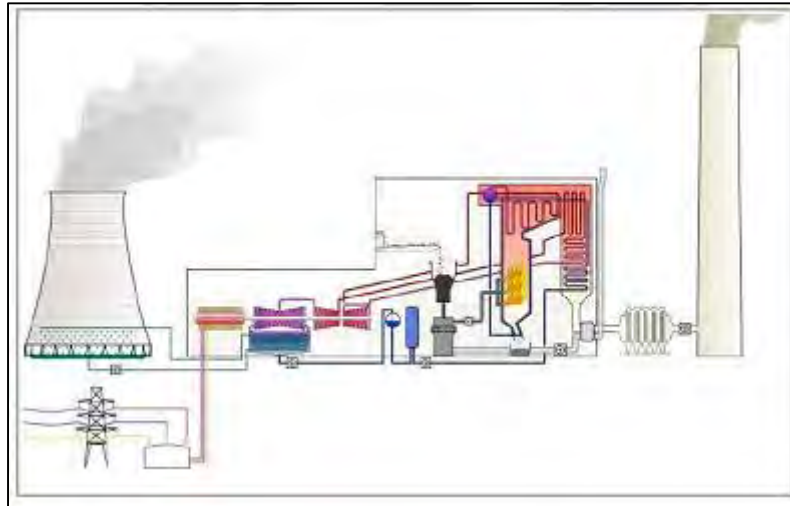
2.4 Smelter Nikel

Smelter nikel dibutuhkan dalam rangka pemurnian bijih agar nilainya lebih tinggi di pasaran. Emisi dari setiap *smelter* terdiri dari puluhan zat, di mana dari puluhan zat tersebut sebagian besar bersifat racun (M.V. Kozlov, 2005). Seperti penelitian yang di lakukan oleh A Nicolaidou and J. A. Nott di teluk Larmyn, Laut Mediterania, tentang kadar akumulasi logam berat pada biota laut dalam hal ini Gastropoda di sekitar pembangunan *smelter* nikel, di temukan kadar logam yang semakin meningkat pada Gastropoda yaitu Fe, Ni, Cd, Co, Cu, Zn dan Cr yang di temukan dari tahun 1986-1988.

Kasus lain di Norilsk, Rusia juga telah menunjukkan kepada dunia efek buruk dari pembangunan *smelter* nikel. Sebelumnya, kota ini merupakan kompleks *smelting* logam berat terbesar di dunia. Dalam setahun lebih dari 4 juta ton kadmium, tembaga, timah, nikel, arsenik, selenium, dan zinc terlepas ke udara. Kadar tembaga dan nikel di udara melebihi ambang batas yang diperbolehkan, dan sebagai akibatnya dalam radius 48 km dari *smelter*, tidak ada satu pohon pun yang bertahan hidup. Limbah dari cerobong asap yang sebagian besar mengandung SO₂ harus menjadi perhatian serius. Gas yang berbau tajam tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun jika bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam. Zat asam inilah yakni H₂SO₄ yang dapat merusak tanaman dan biota laut yang dikenainya.

Selain itu, pabrik skala besar dalam hal ini *smelter* dalam pengoperasiannya akan menggunakan pembangkit listrik tenaga termal. Instalasi pembangkit listrik tenaga termal (thermal power plant) pada umumnya menggunakan tekanan uap dari air yang dipanaskan pada tungku (boiler) untuk menggerakkan turbin generator. Uap air yang telah digunakan

masuk ke dalam kondensor untuk dikondensasi menjadi air yang kemudian dipompa kembali ke dalam tungku. Pendinginan pada proses kondensasi berasal dari air pendingin yang dialirkan melalui pipa-pipa pada kondensor. Jenis bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan air bermacam-macam, antara lain bahan bakar minyak, gas dan batubara. Skema pembangkit listrik tenaga termal dengan bahan bakar batubara ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.9. Skema pembangkit listrik tenaga termal dengan bahan bakar batubara (Wikipedia - <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:PowerStation2.svg>)

2.5 Dampak Adanya Smelter

2.5.1 Dampak Positif

Pembangunan *smelter* atau pabrik pada umumnya memiliki potensi manfaat positif dan resiko negatif. Diantara beberapa potensi manfaat positif diantaranya

- Tersedianya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat sekitar
- Berkembangnya usaha rumah kontrakan dan kos-kosan(dengan asumsi tidak ada asrama bagi pekerja)
- Berkembangnya usaha perdagangan terutama makanan untuk memenuhi konsumsi pekerja smelter yang diperkirakan ± 6000 pekerja.

2.5.2 Dampak Negatif

Dampak negatif dari adanya *smelter* yang paling banyak menjadi sorotan adalah limbahnya yang terbuang ke lingkungan. Secara umum ada 3 limbah dalam *smelting* nikel di antaranya

a. Limbah Panas

Air yang telah digunakan untuk mendinginkan di keluarkan lagi ke laut. Suhu dari air yang di keluarkan ini jauh lebih tinggi di bandingkan dengan suhu ambient air laut. Suhu maksimal yang diijinkan maksimal 40°C. Polutan panas ini tidak hanya berbahaya bagi ikan , namun akan lebih berbahaya jika di lingkungan sekitar pembuangan terdapat terumbu karang. Secara normal suhu di atas 30 °C membuat ikan kurang sehat yang di tandai dengan malas makan dan akhirnya mati. Terumbu karang memberikan sumbangsih yang sangat besar bagi peningkatan produksi perikanan terutama perikanan tangkap, namun ia sangat sensitif salah satunya terhadap kenaikan suhu. Kenaikan suhu melebihi batas suhu yang di toleransi terumbu karang dapat menyebabkan pemutihan(*bleaching*) yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan bahkan kematian terumbu karang. Terumbu karang dapat hidup subur pada perairan yang mempunyai kisaran suhu optimum antara 23°C – 30°C (Randall, 1983; Salm and Clark, 1989; Nybakken, 1992, Sukarno *et al.*, 1983). Menurut Carricart-Ganivert (2004) dan Barnes *et al.*, (2000) kenaikan suhu permukaan laut (SPL) dapat meningkatkan kalsifikasi karang sampai pada kecepatan tertentu, kemudian pertumbuhan kerangka akan menurun (Tomascik, 1991). Kenaikan SPL juga dapat mengakibatkan *coral bleaching* yang terjadi karena hilangnya zooxanthellae pada karang (Celliers et al., 2002) dan terkadang diikuti oleh kematian karang (Al-Horani, 2005).

Suhu optimal untuk pertumbuhan karang adalah sekitar 25-30°C (Nontji, 1993). Suhu dibawah 18°C dapat menghambat pertumbuhan karang, bahkan dapat mengakibatkan kematian pada karang. Sedangkan suhu di atas 33°C dapat menyebabkan terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*), yaitu keluarnya zooxanthella dari jaringan karang secara paksa oleh hewan karang sehingga warna karang menjadi putih yang bila berlanjut akan menyebabkan karang mati (Tomascik *et al*, 1997).



Gambar 2.10 Pemutihan pada Terumbu Karang
(Sumber : IUCN- The Conservation Union)

b. Limbah SO₂

Limbah gas SO₂ yang beresiko menyebabkan hujan asam yang dapat merusak tanaman dan berefek pada hewan. Seperti kasus di Norilks, di mana dalam jangka 1 tahun, 48 km dari lokasi smelter tidak ada tanaman yang dapat hidup. Akibatnya komoditas pertanian, kehutanan juga mengalami kerusakan. Jika tanaman tidak dapat hidup, bagaimana dengan hewan dan alur rantai makanan selanjutnya?. Hujan asam juga dapat mengurangi produksi perikanan terutama jika mengenai tambak ikan, kolam, keramba jaring apung. Dalam artikel ilmiah yang diterbitkan di jurnal Nature Climate Change, profesor mikrobiologi laut di Linnaeus University, Kalmar, Swedia mengatakan, “Telah diketahui bahwa pengasaman laut menyebabkan degradasi terumbu karang dan mengganggu produksi cangkang berkapur dari fitoplankton penting,” kata Jarone Pinhassi. “Namun, baru diketahui bahwa bakteri juga dipengaruhi secara negatif oleh pengasaman laut.”

Para peneliti di Universitas Linnaeus sekarang dapat menunjukkan bahwa bakteri di laut yang terkena pengasaman, dipaksa untuk secara signifikan mengubah metabolisme mereka, dari yang sebelumnya fokus pada degradasi menjadi ke investasi energi untuk berurusan dengan kondisi asam.

c. Limbah Logam Berat

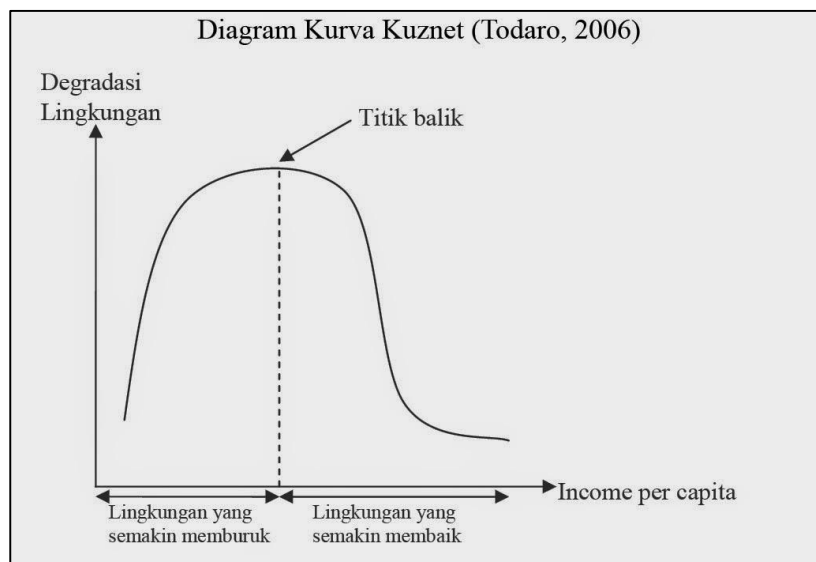
Logam berat dapat berakibat langsung terhadap manusia dan dapat mengenai manusia melalui rantai makanan. Seperti penelitian yang dilakukan

oleh A Nicolaidou and J. A. Nott di teluk Larmyn, Laut Mediterania, tentang kadar akumulasi logam berat pada biota laut dalam hal ini Gastropoda di sekitar pembangunan smelter nikel, di temukan kadar logam yang semakin meningkat pada Gastropoda yaitu Fe, Ni, Cd, Co, Cu, Zn dan Cr yang di temukan dari tahun 1986-1988. Gastropoda ini secara kasat mata terlihat sehat, jika manusia mengkonsumsinya, kadar logam dalam hewan ini akan masuk ke dalam tubuh manusia.

2.6 Pertumbuhan Ekonomi dan Lingkungan

Pada umumnya, perhatian terhadap masalah lingkungan hidup bermula dari persepsi bahwa daya dukung sumber daya yang ada di bumi ini serba terbatas (Todaro, 2006). Pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan secara berlebihan tanpa memperhatikan aspek pelestariannya dapat meningkatkan tekanan-tekanan terhadap kualitas lingkungan hidup yang pada akhirnya akan mengancam semua penduduk di negara-negara dunia ketiga.

Pertumbuhan ekonomi dan lingkungan memiliki keterkaitan satu sama lain, dapat dilihat melalui kurva lingkungan Kuznet. Teori kurva lingkungan dari kuznet yang menghubungkan antara degradasi (penurunan) kualitas lingkungan hidup dengan pertumbuhan ekonomi (Todaro, 2006). Kurva Kuznet menunjukkan bahwa tingkat pencemaran lingkungan mengalami kenaikan dan kemudian mengalami penurunan atau titik balik, selaras dengan kenaikan pendapatan masyarakat. Kurva Kuznet ini digambarkan dalam bentuk huruf U terbalik, sebagaimana yang dapat dilihat pada Diagram kurva Kuznet berikut:



Gambar 2.11 Diagram Kurva Kuznet(Todaro, 2006)

Gambaran dari kurva Kuznet, bahwa pada tahap awal pembangunan, masyarakat lebih tertarik misalnya pada mengkonsumsi makanan dari pada lingkungan yang bersih. Pada masyarakat dengan pendapatan rendah hanya mampu untuk melakukan konsumsi, dan masyarakat terlalu miskin untuk mampu membayar penurunan pencemaran lingkungan. Kondisi tersebut menyebabkan degradasi lingkungan meningkat/penurunan kualitas lingkungan terjadi terus menerus.

Logikanya adalah pada saat melakukan konsumsi, masyarakat menggunakan banyak sumberdaya alam dan teknologi kotor sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan tanpa ada upaya penanggulangan. Pada kurva Kuznet juga terlihat bahwa pada saat pendapatan masyarakat mulai naik, kualitas lingkungan akan menjadi lebih baik dan marginal utilitas konsumsi akan menurun. Hal ini mengisyaratkan bahwa masyarakat mulai menghargai lebih besar kualitas lingkungan hidup yang lebih baik. Ketika kualitas kehidupan meningkat sebagai hasil pembangunan, maka orang membutuhkan kualitas lingkungan yang lebih baik dan mendorong pemerintah agar menetapkan kebijakan untuk meningkatkan kualitas lingkungannya. Dalam kurva ditunjukkan pada rentang pendapatan menengah, polusi mulai berhenti meningkat dan selanjutnya pada titik balik akan menurun selaras dengan kenaikan pendapatan masyarakat.

2.7 Kondisi Perekonomian Situbondo

a. Sektor Perikanan

Potensi strategis yang dimiliki Kabupaten Situbondo adalah membentangnya potensi laut/pantai yang dimiliki, hampir di setiap kecamatan, kecuali Sumbermalang, Jatibenteng, Situbondo dan Panji. Sub-sektor perikanan laut memberikan kontribusi yang besar terhadap nilai tambah di sektor perikanan, antara lain disumbang oleh perikanan tangkap di laut, perikanan budidaya tambak dan kolam, penangkapan di perairan umum, budidaya tambak dan hatchery, budidaya keramba jarring apung dari perikanan laut baik yang diusahakan secara tradisional maupun modern oleh masyarakat sekitar maupun pengusaha swasta serta hasil produksi olahan ikan laut.

Produksi dan nilai perikanan tangkap pada tahun 2013 menunjukkan kenaikan. Total produksi pada tahun 2012 sebesar 6.092,19 ton dengan nilai produksi Rp. 65.301758.000,- sedangkan pada tahun 2013 total produksi sebesar 7.870,92 ton atau naik 1,34% dengan nilai produksi Rp. 90.234.913.000,- atau naik 38,18%. Sementara, untuk produksi ikan olahan di tahun 2013 menunjukkan peningkatan. Produksi ikan pindang mengalami peningkatan dari 1.951 ton menjadi 2.616 ton atau naik 34,08% dan ikan kering naik dari 658 ton menjadi 1.006 ton atau naik 52,89%.

Produksi perikanan budidaya air kolam di tahun 2013 juga menunjukkan peningkatan dari 208,495 ton pada tahun 2012 menjadi 263,135 ton atau naik 26,21%. Sebaliknya produksi perikanan budidaya tambak di tahun 2013 turun sebesar 69,67%. Produksi dan nilai budidaya keramba jaring apung dari tahun 2012 ke tahun 2013 memperlihatkan penurunan, untuk produksi turun sebesar 13,00% dan nilai produksi naik sebesar 9,06%. Sedangkan produksi budidaya rumput laut di tahun 2013 terlihat mengalami kenaikan yang cukup tinggi yaitu sebesar 255,23%.

Perusahaan tambak intensif, semi intensif, dan tradisional sebanyak 141 unit dengan luas areal 834,5 Ha. Potensi ini sangat memberikan peluang bagi masyarakat sekitarnya dalam mengangkat kesejahteraannya. Bila dikaitkan dengan upaya meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD)

tentunya merupakan sumber yang strategis Karena pendapatan yang dihasilkan oleh pengusaha tambak/hatchery sangat besar.

Tabel 2.2 Produksi menurut sub sektor perikanan di Situbondo Tahun 2011

Cabang Usaha		Produksi			
		Ikan Segar		Ikan Olahan	
		Volume(Ton)	Nilai(Rp)	Volume (ton)	Nilai(Rp)
Tangkap	Laut	6.011,55	64.305.907.500	3.013,00	35.021.516.000
Budidaya	Tambak	2.725,40	145.031.936.500	-	-
	Kolam	224,90	3.290.295.000	-	-
	Keramba Jaring Apung	13,11	2.136.970.000	-	-
	Rumput Laut	2.591,25	5.997.940.000	-	-
	HSRT	85.675.000 ekor	5.763.300.000		
	Hatchery	597.000.000 ekor	28.070.000.000		

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Situbondo

Tabel 2.3 Produksi menurut sub sektor perikanan dan kecamatan di Situbondo Tahun 2011

No	Kecamatan	Penangkapan	Budidaya			
		Laut	Kolam	Tambak	Keramba Jaring Apung	Rumput Laut Eucheumma cottoni sp
1.	Banyuglugur	108,00	-	-	-	-
2.	Besuki	964,20	-	-	-	2.150,00
3.	Suboh	690,70	18,60	97,90	-	32,90
4.	Mlandingan	144,40	1,10	268,60	-	-
5.	Bungatan	112,20	-	3,75	-	25,00
6.	Kendit	9,38	0,52	218,00	12,96	12,50
7.	Panarukan	868,00	8,12	950,80	0,15	37,85
8.	Situbondo	-	8,61	-	-	-

9.	Panji	-	14,82	-	-	-
10.	Mangaran	437,25	5,21	26,65	-	-
11.	Kapongan	262,90	56,60	851,70	-	-
12.	Arjasa	14,20	2,08	79,00	-	-
13.	Jangkar	643,70	2,80	96,00	-	333,00
14.	Asembagus	21,97	5,10	-	-	-
15.	Banyuputih	1.734,65	101,37	133,00	-	-

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Situbondo

Hasil tangkapan paling banyak berada di kecamatan Banyuputih yang berbatasan langsung dengan Taaman Nasional Baluran. Kemungkinan karena di kecamatan ini banyak terumbu karang dan mangrove terutama di sepanjang pantai Taman Nasional Baluran.

b. Sektor Pertanian

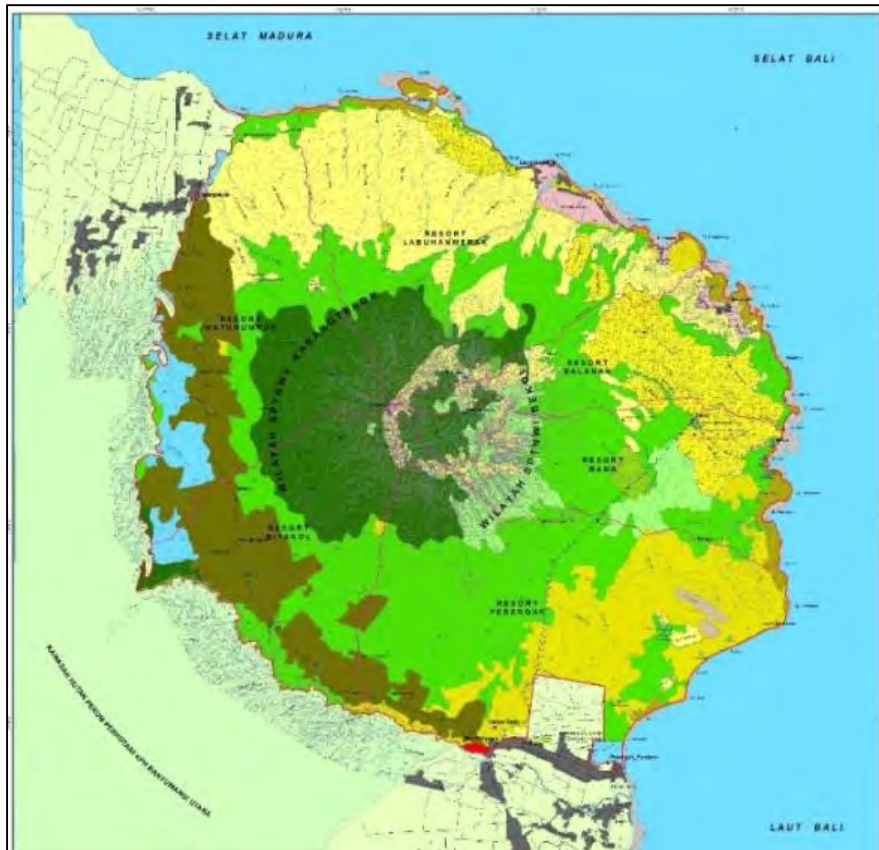
Produksi pertanian tanaman pangan diantaranya adalah padi, jagung, ubi kayu, kacang tanah, kacang hijau, dan kacang kedelai. Produksi tanaman pangan di tahun 2013 dibandingkan dengan tahun sebelumnya secara umum mengalami peningkatan, hanya tanaman kedelai yang mengalami penurunan. Komiditas sayur-sayuran yang menunjukkan kenaikan produksi adalah bawang merah, cabe besar, tomat, terong, semangka, melon, dan blewah. Komoditas buah-buahan banyak menunjukkan penurunan produksi kecuali mangga, jeruk siam, durian, papaya, pisang, dan blimbing yang mengalami peningkatan produksi.

Bila dilihat dari besarnya kenaikan/penurunan produksi untuk beberapa komoditas, masing-masing diantaranya produksi tanaman padi sawah naik 3,32%, tanaman padi gogo naik sebesar 101,06%, tanaman jagung naik 42,80%, tanaman ubi kayu naik 12,25%, tanaman kacang tanah naik 131,10%, tanaman kacang hijau naik 112,72% dan tanaman kedelai menunjukkan penurunan sebesar 89,49%.

c. Kondisi Taman Nasional Baluran

Taman Nasional Baluran memiliki keanekaragaman hayati cukup tinggi, bentang alam kawasannya mencakup wilayah perairan, pantai, darat sampai dengan gunung dengan variasi ketinggian 0 – 1247 m dpl. Keberadaan berbagai tipe ekosistem mulai dari terumbu karang, padang lamun, hutan payau (mangrove),

hutan pantai, savana, hutan musim dataran rendah, hutan musim dataran tinggi sampai dengan gunung menjadi satu kesatuan yang saling berkaitan erat sehingga merupakan daya dukung habitat yang baik bagi kelangsungan hidup flora fauna di dalamnya. Hal ini yang terutama mendukung terciptanya biodiversitas flora fauna.



Gambar 2.12 Peta Taman Nasional Baluran
(sumber: UPT TN. Baluran)

Merurut Wind dan Amir 1977, Jumlah flora yang ada di Taman Nasional Baluran 423 jenis yang termasuk dalam 87 famili. Dari 423 jenis tersebut terdiri dari tumbuhan tingkat pohon, herba, perdu, rumput-rumputan, liana, anggrek dan jenis paku-pakuan. Diantara berbagai jenis flora yang ada di Taman Nasional Baluran 25 jenis diantaranya merupakan tumbuhan eksotik yang invasif dan akhirnya keberadaannya menjadi gulma dalam pengelolaan tipe ekosistem terutama tipe ekosistem savana.

Pada tahun 1969, *Acacia nilotica* ditanam di bagian selatan area savana Bekol pada jalur sepanjang 1,2 km selebar 8 m (Tjitrosoedirdjo, 2012). Pada

beberapa dekade berikutnya dapat dilihat jenis tersebut telah menginvasi sebagian besar tutupan savana yang ada bahkan mempengaruhi kelangsungan proses ekologi savana dan merubah sama sekali tipe vegetasi savana menjadi tutupan homogen tegakan *Acacia nilotica* yang berakibat menghilangkan sama sekali potensi regenerasi alami jenis-jenis rumput komposisi awal ekosistem savana.

Sedangkan untuk kelautannya, Taman Nasional Baluran memiliki pantai yang cukup panjang (2/3 batas kawasan berupa pantai sepanjang ± 40 km) yang memungkinkan adanya berbagai variasi kondisi seperti substrat, salinitas, kelas genangan dan karakteristik lainnya sehingga menentukan keragaman tutupan tipe vegetasi yang ada. Di beberapa lokasi bahkan membentuk kekhasan tersendiri. Bentang lingkungan pada habitat ini meliputi wilayah perairan di mana terdapat tipe ekosistem terumbu karang, ekosistem tidal dan intertidal, bukit-bukit pasir sampai dengan wilayah daratan di atas jangkauan pasang tertinggi yang merupakan daerah peralihan antara laut dan darat di mana vegetasi yang ada umum dikenal sebagai *magrove* ikutan (*mangrove associate*). Vegetasi formasi *Pes-caprae* terutama tumbuh pada daerah pantai berpasir hitam di wilayah utara, timur laut dan tenggara kawasan. Sedangkan wilayah pantai berpasir putih mendominasi di bagian timur kawasan meliputi Popongan, Batu Sampan, Kelor, Bama, Kalitopo, Kajang, Balanan dan Kakapa.

Tabel 2.4 Daftar Jumlah Kunjungan dan Jenis Kunjungan Balai Taman Nasional Baluran

Tahun	Penelitian		Rekreasi		Pendidikan		Budaya		Jumlah		Total (orang)
	Indo nesia	LN	Indo nesia	LN	Indo nesia	LN	Indo nesia	LN	Indo nesia	LN	
2012	0	0	23.710	1.199	7.765	0	0	0	31. 475	1. 199	32.674
2013	0	0	31.767	1.016	7.083	0	0	0	38. 850	1. 016	39.866
2014	0	0	52.196	1.212	5.058	0	0	0	57. 177	1. 221	58.169
januari 2015	0	0	11.080	56	107	0	0	0	11. 187	56	11.243

(Sumber : Balai Taman Nasional Baluran)

Terdapat juga wisata religi Candi Bang, di pantai Taman Nasional. Informasi dari pengelola, candi ini ramai saat 1 Muharam. Jumlah pengunjung dapat mencapai 700 orang sedangkan pada hari biasa 10-20 orang/hari. Tiket masuk yang di bebaskan kepada pengunjung sebesar Rp. 5000/orang. Omset dari tiket ini juga menyumbang pendapatan PNPB.

Selain itu, terdapat usaha turunan juga dari adanya Taman Nasional ini yang di kelolah langsung oleh masyarakat Desa Kebangsaan yang berbatasan langsung dengan Taman Nasional diantaranya,

- a. Penyewaan kendaraan bagi pengunjung Taman Nasional berupa sepeda motor, mobil dan truk
- b. Penginapan atau home stay di Desa Wonorejo. Pemilik penginapan biasanya membuka warung juga untuk penginap.
- c. Warung musim ikan

Adanya Taman Nasional dengan keanekaragaman hayati lautnya yang juga luar biasa salah satunya adanya terumbu karang menumbang produktivitas ikan yang tinggi . Sehingga pada bulan Desember-Maret, banyak nelayan yang menangkap ikan di wilayah ini. Tidak hanya nelayan asli kecamatan Banyuwangi, namun banyak dari luar kecamatan dan bahkan luar Daerah. Warung-warung pun mulai berjamuran saat musim ikan ini untuk kebutuhan makan nelayan. Jika kondisi ramai, omset per hari dapat mencapai 2 Juta rupiah/warung. Sedangkan jika kondisi sepi, omset per warung mencapai Rp.200.000 an . Terdapat 9 warung musim ikan yang terdapat di wilayah ini.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

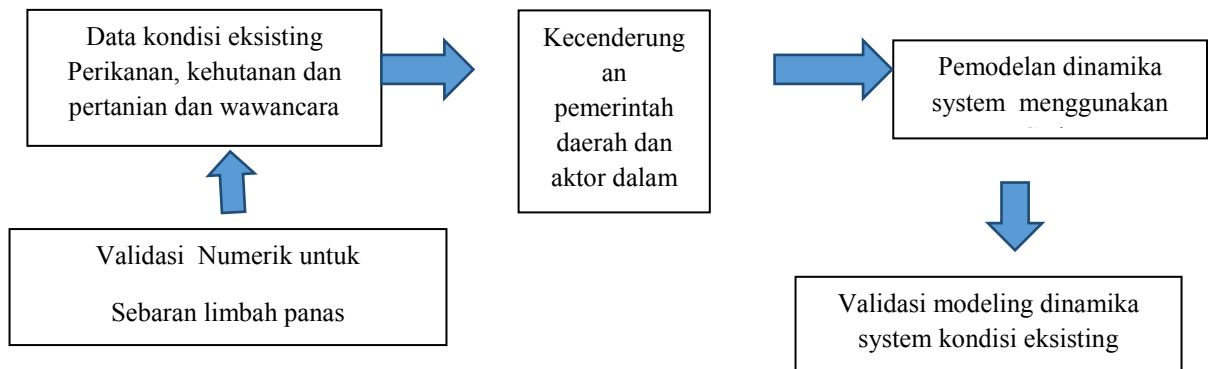
Studi ini dilakukan untuk mengamati dampak pembangunan smelter nikel yang rencana akan di bangun di sekitar Taman Nasional Baluran, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo



Gambar 3.1 Lokasi rencana Pembangunan Smelter Nikel di Sekitar Taman Nasional Baluran

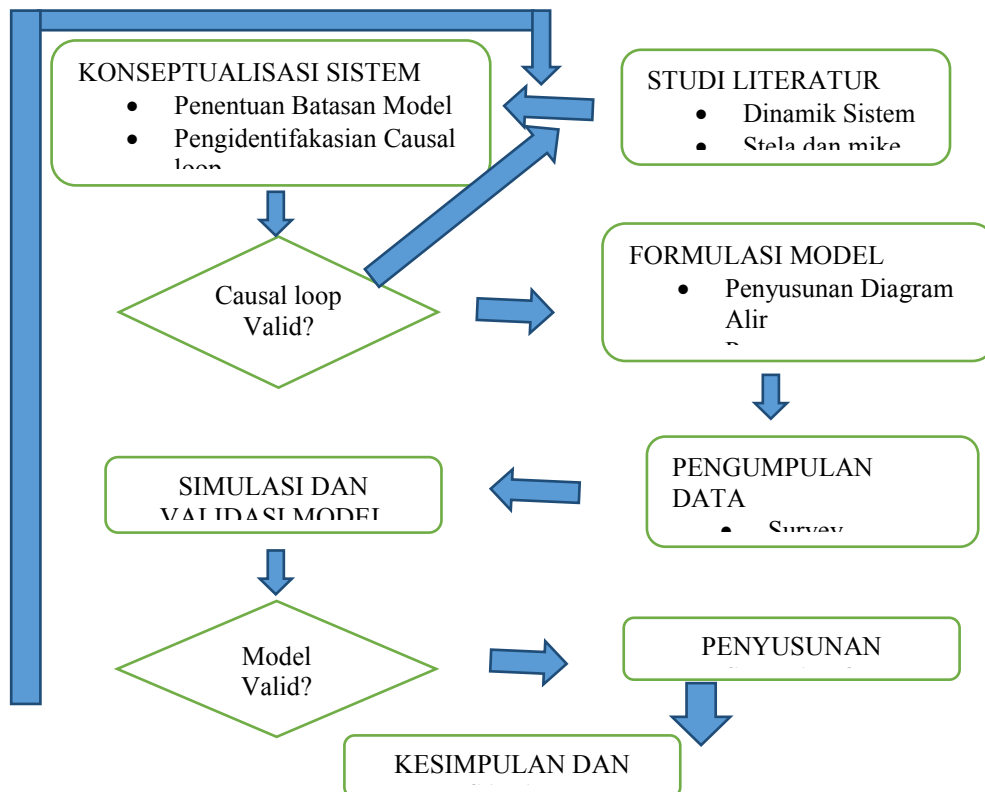
3.2 Alur Penelitian

Secara umum, studi tentang dampak pembangunan smelter nikel terhadap perekonomian Situbondo ini kami sajikan dalam diagram alir berikut ini.

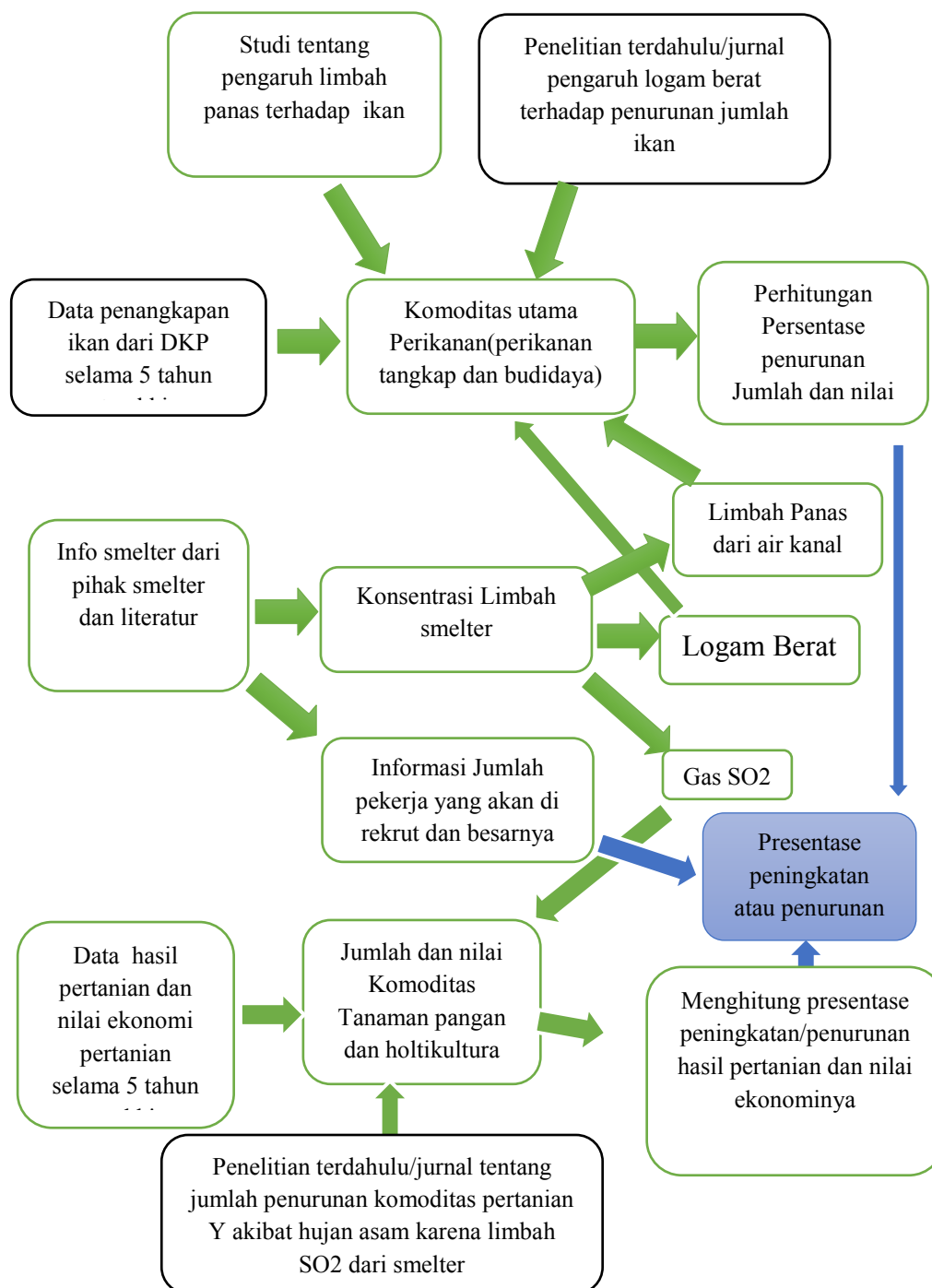


Gambar 3.2 Alur penelitian secara umum

Untuk langkah pemodelan menggunakan stella di gambarkan dalam diagram alir berikut



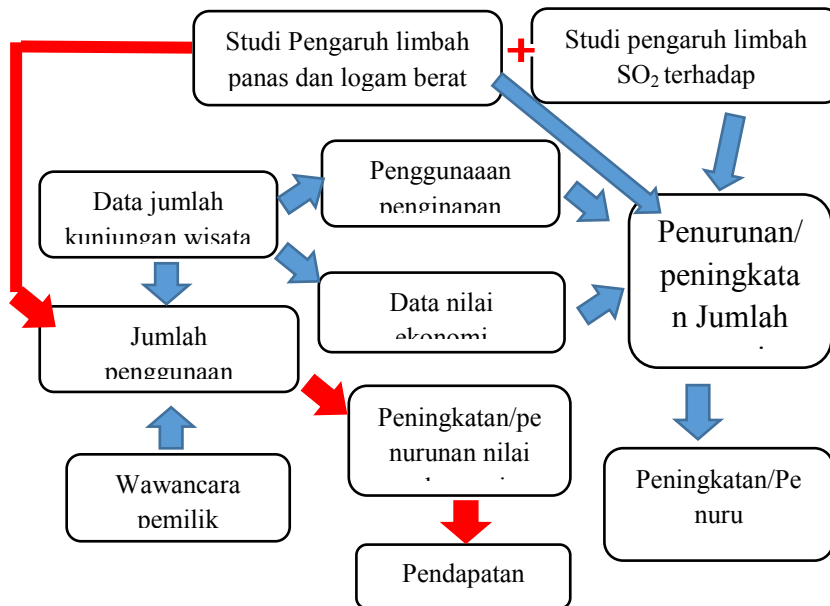
Gambar 3.3 Alur penyelesaian masalah modeling dinamika sistem



Gambar 3. 4 Skema pengambilan data perikanan , pertanian dan studi literatur

Langkah pertama setelah menemukan masalah yang akan di teliti adalah pengambilan data. Data yang pertama kali diambil adalah Rencana Tata Ruang dan Wilayah(RTRW) Kabupaten Situbondo terutama tentang lokasi industri, kedalaman laut di wilayah smelter,data pasang surut, data arus dan data kondisi perairan di sekitar lokasi rencana smelter. Selanjutnya, diperlukan data sekunder dari pihak PT pemrakarsa pembangunan smelter atau smelter lain yang pernah berdiri, Dinas terkait dan UPT Baluran. Data primer dengan wawancara dan kuisisioner juga di lakukan terhadap pihak pemerintah penentu kebijakan, akademisi, nelayan, petani dan masyarakat umum untuk memperkirakan pemenang dalam *Gaming* ini.

Skema 3.4 di atas adalah alur pengambilan data beberapa tahun terakhir dan data *eksisting* yang akan di gunakan dalam pemodelan untuk mengetahui dampak pembangunan smelter terhadap pertanian dan perikanan di Kabupaten Situbondo yang selanjutnya akan mempengaruhi penurunan atau peningkatan *Income* Kabupaten Situbondo. Sedangkan di bawah ini adalah skema pengambilan data beberapa tahun terakhir dan data eksisting dari Taman Nasional Baluran.



Gambar 3.5. Skema pengambilan data yang berpengaruh dan terpengaruh aktivitas Taman Nasional Baluran

3.3. Sumber Data

3.3.1 Data Primer

Data primer yang digunakan antara lain

1. Pengamatan langsung ke lapangan, lokasi rencana pembangunan *Smelter*
2. Data eksisting dari dinas terkait yakni Dinas Kelautan dan Perikanan, Dinas Pertanian, UPT Taman Nasional Baluran, Badan Pusat Statistik Situbondo

Data Eksisting yang didapatkan akan di gunakan dalam pemodelan dalam rangka mengetahui dampak pembangunan terhadap kondisi hutan dan laut Taman Nasional yang pada akhirnya akan mempengaruhi PNPB Negara ini dan terhadap beberapa usaha masyarakat di sekitar Taman Nasional seperti penginapan, restoran dan travel yang akan mempengaruhi penurunan/peningkatan PDRB Kabupaten Situbondo itu sendiri.

2. Wawancara kepada pihak yang berperan dan berpengaruh dalam penentuan kebijakan rencana pembangunan smelter. Beberapa pihak yang berpengaruh tersebut yaitu

- a. Pihak Pemrakarsa
- b. Pihak Pemerintah yakni Bupati, Kepada Dinas Kelautan dan Perikanan, Dinas Pertanian, Lingkungan Hidup Pihak UPT Baluran
- c. Pihak Akademisi meliputi
 - Dosen dari salah satu Universitas di Situbondo
 - Mahasiswa dari daerah Situbondo
 - Kepala sekolah/guru Sekolah adiwiyata Kabupaten Situbondo
 - Dosen Perikanan dan Kelautan
- d. Masyarakat yang di wakili oleh
 - Penyuluh Pertanian

- Penyuluh Perikanan
 - Kelompok nelayan
 - Kelompok Petani
 - Masyarakat Desa Wonorejo(desa lokasi *Smelter*)
 - Masyarakat Situbondo
- e. Pemilik usaha penginapan sekaligus warung di sekitar Desa Wonorejo
- f. Pemilik warung musiman Desa Wonorejo

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang kami dapatkan dari

1. Jurnal baik nasional maupun internasional
2. Hasil studi LPPM ITS tentang bathimetri Taman Nasional Baluran
3. Data Pasang surut dari UPT Taman Nasional

3.4 Skenario Kebijakan dengan konsep *Gaming*

Dalam konsep *gaming* ini, tentunya ada pihak yang pro dan ada pihak yang kontra dengan rencana pembangunan smelter. Berdasarkan hasil wawancara. Akan di ketahui pihak mana yang pro dan pihak mana yang kontra. Ada 3 skenario secara umum yaitu

- Skenario Optimis, yaitu jika kondisi lingkungan tidak terganggu, kondisi perekonomian dari sektor perikanan, pertanian dan kehutanan semakin baik serta berkurangnya angka pengangguran dengan adanya *smelter*
- Skenario Eksisting, yaitu kondisi saat ini dari sektor perikanan, pertanian, kehutanan dan usaha derivatifnya tanpa adanya *smelter*
- Skenario Pesimis, yaitu jika kondisi lingkungan semakin memburuk yang berpengaruh terhadap kondisi perikanan, pertanian, kehutanan, serta usaha derivative Taman Nasional meskipun jumlah pengangguran semain berkurang dengan adanya penyerapan tenaga kerja dari *smelter*.

Berikut tabel skenario dari hasil prediksi wawancara.

Tabel 3.1 Skenario Hasil Wawancara

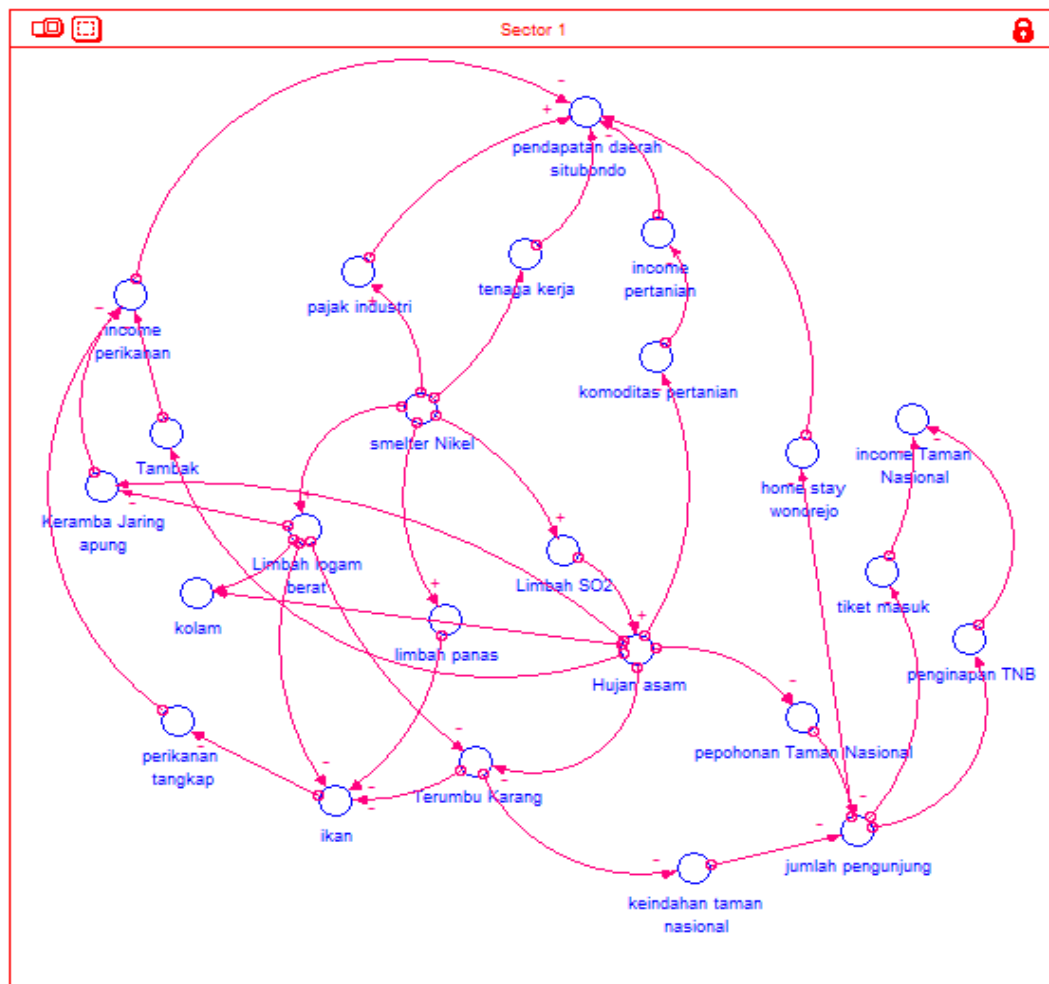
Pihak penentu kebijakan	Pro atau Kontra		Presentase Pro dan Kontra	Skenario Konsekuensi kebijakan
Pemprakarsa	Pro	→	Jika prosentase Pro lebih Banyak	Smelter tetap di bangun di dekat Lokasi Baluran dengan (Skenario 1: Skenario Optimis dan skenario pesimis)
UPT Baluran	Kontra			
Dinas Kelautan dan Perikanan	Pro atau Kontra			
Dinas pertanian	Pro atau Kontra		Jika Prosentase Pro dan Kontra sama	Smelter tetap di bangun namun tidak di areal Baluran.Mencari lokasi lain di luar hutan lindung dan sesuai dengan RTRW.(skenario 2)
Lingkungan Hidup	Pro atau Kontra			
Dosen	Pro atau Kontra			
Mahasiswa	Pro atau Kontra			
Pemilik Penginapan	Pro atau Kontra			
Pemilik Restoran	Pro atau Kontra		Jika prosentase Kontra lebih banyak	Smelter tidak di bangun di daerah Situbondo.(Skenario 3)
Penyuluh perikanan dan pertanian	Pro atau Kontra			
Ketua kelompok Petani	Pro atau Kontra			
Ketua Kelompok	Pro atau			

Nelayan	Kontra			
Masyarakat sekitar Lokasi	Pro atau Kontra			

Skenario yang kami masukkan dalam modeling *stela* adalah skenario 1 (optimis dan pesimis) dan skenario 3. Skenario 2 tidak kami modelkan, karena perlu penelitian dan koordinasi lebih lanjut terkait kecamatan yang mungkin bisa dan aman untuk dijadikan lokasi *smelter*.

3.5 Skenario Sistem Dinamik

Kecenderungan kebijakan yang di dapatkan dari hasil wawancara di atas menjadi penentu berdiri tidaknya *smelter* di sekitar Taman Nasional Baluran dan menjadi bahan dalam sistem dinamik untuk di buat skenario selanjutnya. Sebelumnya di buat causal loop terlebih dahulu untuk melihat dampak secara umum dari pembangunan smelter ini. Software yang digunakan dalam pemodelan dinamika system ini adalah *Stela*.



Gambar 3.6 Causal Loop Dampak Smelter terhadap Perekonomian

Untuk skenario yang telah ditetapkan, dibuat skenario lanjutan untuk mengurangi efek dari limbah panas dari kanal pendingin.

Tabel 3.2 Skenario Dinamika System dari Skenario Hasil Wawancara

Skenario kebijakan hasil wawancara	Konsekuensi	Skenario Lanjutan 1	Keterangan
Skenario 1 Optimis		Skenario lanjutan untuk optimis dan	Memevariasi lebar kanal dengan ukuran dan debit yang berbeda
Smelter di bangun dengan			

<i>konsep Green smelter</i>	pesimis masing masing skenario adalah Desain dari Kanal Air pendingin(lebar, debit aliran dan suhu)	beda untuk mengetahui sebaran panas yang paling minimal dan minimal resikonya terhadap terumbu karang dan ikan sehingga minimal juga populasi ikan yang turun akibat limbah panas ini.
Skenario 1 Pesimis		
<i>Smelter</i> di bangun dengan konsep non <i>Green smelter</i>		
Skenario 3		
Smelter tidak di bangun di daerah Situbondo		

Untuk skenario lanjutan menggunakan pemodelan numeric ini hanya untuk mengetahui sebaran limbah panas dari data pasut dan bathimetri lokasi rencana *smelter* yang di peroleh. Sedangkan untuk limbah logam berat dan limbah SO₂ hanya di dasarkan pada penurunan komoditas akibat contoh limbah smelter di Indonesia. Salah satu contohnya limbah *green smelter* timah di Bangka Belitung yang infonya limbah yang keluar ke lingkungan sebesar 0.3 . Kami mengasumsikan efek limbah yang keluar tersbeut besarnya sama dengan efek turunnya komoditas yang dikenainya.

Sehingga dalam modeling *stela* ini ada 2 kali sub *running* yakni

- *Running stela* tanpa validasi sebaran panas, dan
- *Running stella* dengan validasi sebaran panas

Tabel 3.3 Pembagian *running modeling stela* tanpa validasi sebaran panas dan dengan validasi sebaran panas

	Skenario	Jenis limbah	Besarnya Limbah
Stela dengan perhitungan limbah dari smelter yang ada sebelumnya	optimis	Panas	0.3
		Logam beraat	0.3
		Hujan asam	0.3
	Pesismis	Panas	0.6
		Logam beraat	0.6
		Hujan asam	0.6
	eksisting	Panas	0
		Logam beraat	0
		Hujan asam	0
Stela dengan perhitungan limbah panas menggunakan validasi perhitungan numeric(mike 21)	optimis	Panas	Perhitungan berdasarkan hasil <i>running</i> mike
		Logam beraat	0.3
		Hujan asam	0.3
	Pesimis	Panas	Perhitungan berdasarkan hasil <i>running</i> mike
		Logam beraat	0.6
		Hujan asam	0.6

	eksisting	Panas	0
		Logam beraat	0
		Hujan asam	0

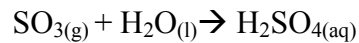
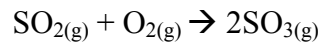
3.6 Analisis Data

Limbah panas dari kanal pendingin

Hasil dari pemodelan *mike 21* untuk sebaran arus dan panas di peroleh lebar kanal dan debit aliran efektif di mana pola sebaran panas mencakup luasan yang lebih kecil di bandingkan dengan variasi lebar dan debit aliran yang lain. Informasi ini sangat penting untuk memprediksi luasan areal laut yang akan terdampak. Dari hasil ini di tambah dengan studi penelitian sebelumnya tentang pengaruh panas dan limbah pabrik terhadap penurunan perikanan, akan dapat diprediksi dan diasumsikan penurunan hasil perikanan di areal laut tersebut terutama penangkapan ikan. Mengapa hanya penangkapan?. Karena yang berhubungan langsung dengan laut adalah penangkapan terutama di kecamatan Banyuputih. Tentunya karena selain bisa terdampak langsung terhadap ikan, polusi panas ini dapat memicu terjadinya pemutihan pada terumbu karang yang menyebabkan kerusakan bahkan kematian terumbu karang. Sedangkan budidaya dan kolam tidak mendapat dampak langsung dari limbah panas.

Untuk limbah SO_2 yang menghasilkan hujan asam, selain terhadap perikanan budidaya, tangkap, keramba jaring apung, juga dilihat pengaruhnya terhadap penurunan komoditas utama pertanian misalnya padi dan jagung, serta terhadap hutan di Taman Nasional . Untuk berapa banyak presentase penurunan akibat hujan asam ini, diperlukan studi dari penelitian sebelumnya tentang pengaruh PH rendah yaitu 4,5 atau 4 akibat hujan asam terhadap kerusakan tanaman dan kematian ikan. Apalagi jika pabrik menggunakan bahan bakar fosil terutama batu bara yang merupakan sumber utama meningkatnya oksida belerang ini.

Pembacaan PH di beberapa areal industri kadang kadang tercatat hingga 2,4(tingkat keasaman cuka).



pH di bawah 4,5 tidak memungkinkan ikan untuk hidup sementara pH 6 atau lebih tinggi akan membantu pertumbuhan populasi ikan. Asam dalam air akan menghambat produksi enzim dari larva ikan untuk keluar dari telurnya. Asam juga mengikat logam beracun seperti aluminium. Aluminium ini menyebabkan beberapa ikan mengeluarkan lendir berlebihan di sekitar insangnya sehingga ikan sulit bernafas. Pertumbuhan phytoplankton yang menjadi sumber makanan ikan juga di hambat oleh tingginya pH.

Tanaman dipengaruhi hujan asam dengan berbagai cara. Lapisan lilin pada daun menjadi rusak sehingga nutrisi menjadi hilang yang menyebabkan tanaman tidak tahan keadaan dingin, jamur dan serangga. Hujan asam bisa jatuh ribuan mil dari sumber industri yang mengeluarkan SO_2 . Sehingga hampir semua daerah Situbondo mungkin terpapar. Misalnya penurunan perikanan atau pertanian 0,3% maka kita lakukan perhitungan seperti perhitungan pada penangkapan ikan akibat limbah panas tadi. Selain itu, untuk terumbu karang, berdasarkan Riopelle (1995) (lihat Cesar (1996) , yang mengkalkulasi nilai ekonomi dari 1 km² terumbu karang di wilayah Lombok Barat, dimana terumbu karangnya dimanfaatkan secara optimal (tidak saja untuk sumber perikanan dan pelindung pantai, namun juga untuk kegiatan wisata), sehingga diperkirakan 1 km² terumbu karang di Lombok Barat bernilai sekitar US \$ 1 juta.

Begitupun pada pepohonan di Taman Nasional Baluran. Studi tentang penurunan jumlah pengunjung akibat berkurangnya keindahan tanaman dan laut akibat limbah dapat dijadikan acuan untuk memprediksi penurunan jumlah kunjungan yang berpengaruh terhadap PNNBP. Untuk pengaruh terhadap usaha

penginapan dan restoran di dekat Taman Nasional juga menjadi pertimbangan. Selanjutnya semua efek terhadap lingkungan sebagian besar berefek terhadap perekonomian. Bagaimana efeknya selama 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun bahkan 30 tahun sampai jangka waktu rencana pabrik beroperasi. Pemodelan dan perhitungan ini kami skenariokan dalam software *stela*

Tabel data penangkapan ikan sebagai contoh rata-rata diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan yaitu data penangkapan tahun 2011.

Tabel 3.5 Jumlah Produksi Perikanan Jenis Penangkapan Ikan menurut sub sektor kecamatan dan contoh presentase penurunan

No	Kecamatan	Rata-rata jumlah penangkapan selama 5 tahun terakhir(ton)	Jumlah ikan akibat penurunan ikan 0,3% per tahun
1.	Banyuglugur	108,00	108,00– a%.108,00
2.	Besuki	3.114,20	3.114,20– a%.3.114,20
3.	Suboh	840,10	840,10– a%.840,10
4.	Mlandingan	414,10	414,10– a%.414,10
5.	Bungatan	140,95	140,95– a%.140,95
6.	Kendit	253,36	253,36– a%.253,36
7.	Panarukan	1.864,92	1.864,92– a%.11.846,92
8.	Situbondo	8,61	8,61– a%.8,61
9.	Panji	14,82	14,82– a%.14,82
10.	Mangaran	469,11	469,11– a%.469,11
11.	Kapongan	1.171,20	1.171,20– a%.1.171,20
12.	Arjasa	95,28	95,28 – a%.95,28
13.	Jangkar	1.075,50	1.075,50 – abc%.1.075,50
14.	Asembagus	27,07	27,07 – abc%.27,07

15.	Banyuputih	1.969,02	$1.969,02 - abc\% \cdot 1.969,02$
-----	------------	----------	-----------------------------------

Untuk daerah yang jauh dari lokasi smelter, kemungkinan besar hanya mendapat pengaruh dari limbah SO_2 . Kami asumsikan penurunannya terhadap perikanan a%, sedangkan untuk penurunan akibat limbah panas kami asumsikan b% dan penurunan akibat logam berat c%.

Berikut ini contoh formulasi perhitungan manual sederhana dari efek limbah smelter nikel.

Tabel 3.6 Perhitungan Manual Efek Limbah Smelter

Bidang yang di amati	Limbah yang berpengaruh	Rata-rata Presentase penurunan akibat limbah
Perikanan tangkap	Panas, Logam berat, dan Hujan asam	$(a\% + b\% + c\%) / 3$
Perikanan Budidaya	Hujan asam	a%
KJA	Hujan asam	a%
Pertanian	Hujan asam	a%
Kunjungan Taman Nasional	Hujan asam, panas, dan logam berat	$(a\% + b\% + c\%) / 3$
Penginapan dan warung	Penurunan jumlah kunjungan TN → pengurangan jumlah penginap	Formulasi penurunan akan mendapat pengaruh dari penurunan jumlah kunjungan
Warung Musiman	Jumlah ikan → Jumlah nelayan → jumlah penjualan makanan di warung	Formulasi akan mendapat pengaruh dari ikan dan jumlah nelayan yang menangkap ikan pada musim ikan

Ada beberapa sub model dan analisis data yang di rancang yakni,

Skenario Eksisting

1. Sub model kondisi perikanan tanpa adanya *smelter*
2. Sub model kondisi pertanian tanpa adanya *smelter*
3. Sub model kondisi Taman Nasional tanpa adanya *smelter*

Skenario Optimis

Kondisi *green smelter* di mana pajak dari hasil *smelter* juga mendukung perekonomian dengan tetap berlanjutnya usaha masyarakat dalam bidang pertanian, perikanan, dan keberlanjutan Taman Nasional. Sub model optimis ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Sub model kondisi perikanan dengan adanya *green smelter*
2. Sub model kondisi pertanian dengan adanya *green smelter*
3. Sub model kondisi Taman Nasional dengan adanya *green smelter*

Skenario Pesimis

Skenario di mana kondisi *smelter* membawa manfaat yang buruk bagi lingkungan dengan limbah yang tidak dikelola.

1. Sub model kondisi perikanan dengan adanya *non green smelter*
2. Sub model kondisi pertanian dengan adanya *non green smelter*
3. Sub model kondisi Taman Nasional dengan adanya *non green smelter*

Dengan menggunakan Stela dapat di formulasikan hubungan antar variabel menggunakan hubungan matematika sederhana. Analisis data dilakukan dengan

1. Membandingkan hasil pemodelan untuk kondisi masing-masing subsektor perikanan yaitu potensi lestari perikanan, produksi perikanan budidaya, hasil tangkapan ikan dan *income* perikanan untuk kondisi eksisting, optimis dan pesimis

2. Membandingkan hasil pemodelan untuk kondisi masing-masing subsektor pertanian yaitu produksi tanaman pangan, produksi hortikultura dan *income* pertanian untuk kondisi eksisting, optimis dan pesimis
3. Membandingkan hasil pemodelan untuk kondisi masing-masing subsektor Taman Nasional Baluran yaitu jumlah pengunjung, *income* Taman Nasional dan pendapatan daerah yang bersumber dari adanya Taman Nasional untuk kondisi eksisting, optimis dan pesimis
4. Membandingkan hasil pemodelan yang menggunakan validasi panas dengan yang tidak menggunakan validasi panas untuk masing-masing sektor dan subsektor perikanan, pertanian dan Taman Nasional

Dengan pemodelan ini dapat dilihat skenario kebijakan mana yang meningkatkan pendapatan Daerah Situbondo dengan tetap mengutamakan kelestarian lingkungan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Potensi Sumberdaya

Sumberdaya alam yang kemungkinan besar akan mendapat dampak jika *smelter* ini berdiri antara lain sumberdaya perikanan, pertanian, dan ekosistem Taman Nasional Baluran dan usaha turunan yang muncul karena adanya Taman Nasional Baluran. Data potensi yang di dapatkan dari Dinas terkait, BPS, dan wawancara pelaku adalah data rata-rata hasil produksi dari ketiga sektor tersebut selama 3-5 tahun terakhir.

a. Produksi Perikanan

Tabel 4.1 Produksi menurut sub sektor perikanan di Situbondo Tahun 2011

Cabang Usaha		Produksi			
		Ikan Segar		Ikan Olahan	
		Volume (Ton)	Nilai (Rp)	Volume (ton)	Nilai (Rp)
Tangkap	Laut	6.011,55	64.305.907.500	3.013,00	35.021.516.000
Budidaya	Tambak	2.725,40	145.031.936.500	-	-
	Kolam	224,90	3.290.295.000	-	-
	Keramba Jaring Apung	13,11	2.136.970.000	-	-
	Rumput Laut	2.591,25	5.997.940.000	-	-
	HSRT ekor	85.675.000	5.763.300.000		

	Hatchery	597.000.000 ekor	28.070.000.000		
--	----------	---------------------	----------------	--	--

Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Situbondo

Berdasarkan Riopelle (1995) (lihat Cesar (1996) , yang mengkalkulasi nilai ekonomi dari 1 km² terumbu karang di wilayah Lombok Barat, di mana terumbu karang dimanfaatkan secara optimal (tidak saja untuk sumber perikanan dan pelindung pantai, namun juga untuk kegiatan wisata), sehingga diperkirakan 1 km² terumbu karang di Lombok Barat bernilai sekitar US \$ 1 juta. Jika sepanjang pantai Taman Nasional dipenuhi dengan terumbu karang dengan lebar ke arah laut minimal 5 meter, maka nilai ekonomi terumbu karang mencapai 240.000.000 USD.

b. Produksi Pertanian

Berdasarkan data yang kami olah dari Dinas Pertanian Situbondo, rata-rata jumlah produksi dan asumsi nilai produksi dari tahun 2009-2013 di sajikan dalam tabel berikut

Tabel 4.2 Jumlah produksi dan nilai produksi hasil pertanian komoditas tanaman pangan tahun 2009-2013

Jenis Tanaman	Rata-Rata Jumlah Produksi(KW)	Asumsi Harga per KW	Total Pendapatan (.1000)
Padi Sawah	2.508.937,2	Rp.400.000	Rp. 1.003.574.880
Padi Gogo Tegal	242.040,6	Rp. 400.000	Rp. 96.816.240
Jagung	2.852.666	Rp. 200.000	Rp. 570.533.200
Ubi Kayu	116.296	Rp. 130.000	Rp. 15.118.480
Kacang Tanah	9.031,4	Rp. 1.050.000	Rp. 9.482.970

Kacang Hijau	2.668	Rp. 1.400.000	Rp. 3.735.200
Kacang Kedelai	4.473	Rp.750.000	Rp. 3.354.750
Total			Rp.1.689.015.720

Tabel di atas belum termasuk hasil tanaman sayur dan buah.

c. Pendapatan ekonomi Baluran dan usaha turunannya

Sebagai UPT yang terikat langsung dengan kementerian kehutanan, pemasukan dari taman nasional masuk ke PNPB, tidak masuk pendapatan daerah. Namun, sebagian besar usaha di sekitar Taman Nasional bermunculan akibat adanya taman nasional dan ini terhitung dalam pendapatan daerah seperti sewa kendaraan, home stay, warung musim ikan dan lain sebagainya.

Table 4.3 Daftar Jumlah Kunjungan dan Jenis Kunjungan Balai Taman Nasional Baluran

Tahun	Penelitian		Rekreasi		Pendidikan		Budaya		Jumlah		Total (orang)
	Indonesia	LN	Indonesia	LN	Indonesia	LN	Indonesia	LN	Indonesia	LN	
2012	0	0	23.710	1.199	7.765	0	0	0	31.475	1.199	32.674
2013	0	0	31.767	1.016	7.083	0	0	0	38.850	1.016	39.866
2014	0	0	52.19	1.21	5.058	0	0	0	57.	1.	58.169

			6	2					177	221	
Janu	0	0	11.08	56	107	0	0	0	11.	56	11.243
sri			0						187		
2015											

(Sumber : Balai Taman Nasional Baluran)

Adapaun tarif masuknya sebagai berikut

Tabel 4.4 Tarif Masuk Taman Nasional

Jenis Pengunjung	Hari Kerja(/orang/Hari)	Hari Libur(/Orang/Hari)
Mancanegara	Rp. 160.000	Rp. 235.000
Domestik	Rp. 15.000	Rp. 17.500
Rombongan Pelajar	Rp. 8.000	Rp. 9.500

Sumber : UPT Taman Nasional Baluran

Jika jumlah kunjungan di rata-rata dari tahun 2012-2014 dengan asumsi sebagian besar kunjungan Indonesia terdiri 60% hari libur(25% domestic, 35% rombongan pelajar) dan 40% hari kerja(30% domestic,10% rombongan pelajar) dan untuk kunjungan mancanegara di asumsikan 50% saat hari kerja dan 50% hari libur, maka di dapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.5 Rata-Rata Jumlah Pengunjung Taman Nasional tahun 2012-2014

Tahun	Jumlah	
	Indonesia	Asing
2012	31.475	1.199

2013	38.850	1.016
2014	57.177	1.221
Rata rata	42.500,667	1145,3
	42.500	1.145

Tabel 4.6 Asumsi Presentase Jumlah Jenis Pengunjung dan Pendapatan Tiket Masuk

		Jumlah Pengunjung per jenis kunjungan	Tarif per orang	Total pendapatan
Kunjungan Indonesia				
Rata Jumlah Pengunjung	42.500			
Hari Kerja	Domestik(30%)	12.750	Rp. 15.000	Rp. 191.250.000
	Pelajar(10%)	4.250	Rp. 8.000	Rp. 34.000.000
Hari Libur	Domestik(25%)	10.625	Rp.17.500	Rp. 185.937.500
	Pelajar(30%)	12.750	Rp. 9.500	Rp. 121.125.000
Total Indonesia				Rp. 532.312.500
Mancanegara				
Rata Jumlah Pengunjung	1.145			
Hari Kerja	50%	572	Rp. 160.000	Rp. 91.520.000

Hari Libur	50%	573	Rp. 235.000	Rp. 134.655.000
Total Mancanegara				Rp. 226.175.000
Total Indonesia + mancanegara				Rp. 758.487.500
Pendapatan dengan rata-rata tiket	$1.145 + 42.500 = \text{Rp. } 43.654$		Tarif Per orng = Rp. 17.000	Rp. 741.965.000

Untuk menunjang usaha kenyamanan pengunjung taman nasional , Taman Nasional menyediakan jasa penginapan di Bekol dan Bama yakni 250 Wisma Rusa, 45 Wisma Banteng, 244 Wisma Kapidada, 27 Wisma Pilang, dan terdapat juga jasa perahu penyebarangan/kano sebanyak 18 buah. Jasa penginapan dan kano ini baru di kelolah koperasi Taman Nasional dari Bulan Juni 2014. Data yang kami dapatkan dari koperasi, jasa penginapan dan kano dari bulan Juni-Desember 2014(7 Bulan), PNBP yang diterima Negara sebesar Rp. 57.950.000 .

Selain wisata hutan dan pantai Bama, di bagian pantai Taman Nasional terdapat Candi Bang, salah satu makam dari tokoh islam. Informasi dari pengelola Pos Perengan Taman Nasional, Candi Bang banyak dikunjungi terutama pada saat 1 Muharam(malam 1 suro), jumlah pengunjung dapat mencapai 700 orang. Terlepas dari masalah akidah terkait berdoa di makam, tiket masuk menuju Candi Bang masuk dalam perhitungan pemasukan Taman Nasional. Dengan tiket masuk Rp.5000/orang, perhitungan pendapatan rata-rata dari candy Bang per tahun dapat di lihat dalam tabel berikut.

Tabel 4.7. Jumlah dan Nilai Pengunjung Candi Bang

	Jumlah pengunjung	Total pengunjung	Tarif Per orang(Rp.5000)
1 muharam	700/hari	700	Rp. 3.500.000

Hari biasa(360 hari)	20/Hari	7200	Rp. 36.000.000
Total		7900	Rp. 39.500.000

Sedangkan dari usaha masyarakat sebagai turunan adanya baluran di antaranya

Tabel 4.8. Usaha Masyarakat Desa Wisata Kebangsaan(Hasil wawancara Warga)

Jenis Usaha	Jumlah	Tarif Per Item(Asumsi Pulang pergi)	Asumsi jumlah penggunaan per bulan	Total pendapatan per bulan	Total pendapatan per Tahun
Ojek(drop)	22	Rp. 100.000	11	Rp.1.100.000	13.200.000
Mobil	3	Rp. 350.000	3	Rp. 1.050.000	12.600.000
Truk	2	Rp. 400.000	2	Rp. 800.000	9.600.000
				Rp. 2.950.000	Rp. 35.400.000
Penginapan	9 (Aktif 3 rumah@3 kamar/Rumah)	Rp. 75.000*2 orang = Rp. 150.000	Asumsi terpakai minimal 3 kamar masing-masing rumah dalam 1 pekan	1 pekan 1 rumah 3 kamar = 3 X Rp. 150.000 = 450.000 3 Rumah = 450.000X3 = Rp.	Rp. 64.800.000

				1.350.000	
				1 Bulan	
				=Rp	
				1.350.000*4=	
				Rp. 5.400.000	
					Rp. 100.200.000

Selain itu, di kompleks Desa Wisata Kebangsaan terdapat 9 warung musiman yakni hanya ada ketika musim ikan tiba yaitu sekitar bulan Desember-bulan Maret. Banyak nelayan yang menangkap ikan di pantai Pandean ini. Tidak hanya dari warga setempat tapi dari kecamatan lain bahkan dari luar Situbondo juga.

Jika kondisi ramai, pendapatan masing-masing warung dapat mencapai Rp.2.000.000/hari, namun jika kondisi sepi, pendapatan per warung hanya Rp.200.000/hari. Kami asumsikan pendapatan rata-rata perhari Rp. 1.100.000, maka dalam sebulan(28 Hari) pendapatan per warung Rp.30.800.000. Sehingga untuk 9 warung, pendapatan total Rp. 277.200.000 dan selama 4 bulan mencapai Rp. 1.108.800.000.

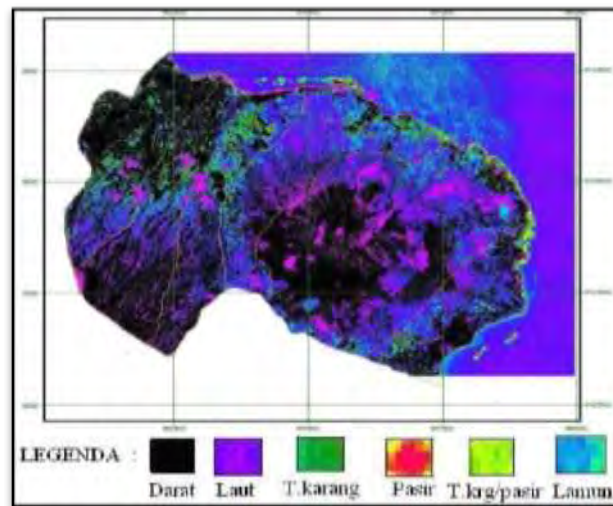
4.2 Studi Pantai Taman Nasional

Studi tentang kondisi Taman Nasional dilakukan melalui studi literatur dan studi kondisi perairan yang bekerjasama dengan Kantor Lingkungan hidup.(hasil studi kondisi perairan terlampir).

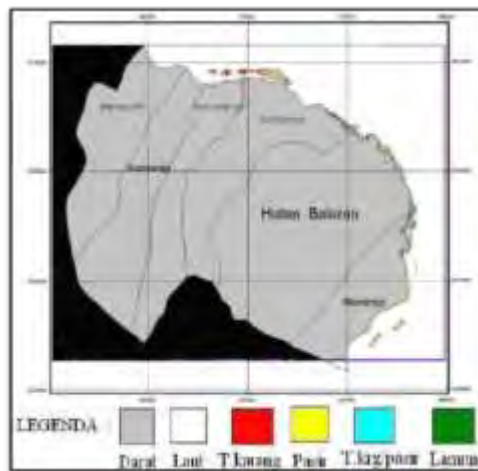
4.2.1 Hasil Studi Kepustakaan

Studi literature dari makalah dan buku di Taman Nasional menunjukkan keanekaragaman ekosistem laut mulai mangrove, lamun dan terumbu karang. Pengamatan langsung ke bawah laut untuk mengetahui luasan terumbu karang baru dilakukan dari Pantai Bama ke barat hingga Karangtekok dan diperkirakan lebar terumbu karang ke arah laut mulai dari 10-30 meter. Sedangkan dari Pantai Bama ke arah timur belum dilakukan *dicing* untuk pengamatan langsung.

Namun berdasarkan data terbaru Dinas Kelautan dan Perikanan Situbondo, pengamatan ekosistem di pantai Taman Nasioanl telah dilakukan melalui citra satelit untuk wilayah pesisir Kabupaten Situbondo, perekaman tahun 2014. Hasilnya menunjukkan luas sebaran substrat Terumbu karang di kecamatan Banyuputih sebesar 76.82 ha, sedangkan dari penelitian oleh LAPAN menggunakan citra satelit ALOS yang resolusinya lebih baik dari landsat menunjukkan luas terumbu karang sebesar 240.96 ha. Hasil citra dapat dilihat dalam gambar berikut ini



**Gambar 4.1. Citra Hasil Transformasi Lyzengga Banyuputih, Situbondo Jawa Timur
(sumber: Nana Suwargana, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN)**



Gambar 4.2 Peta Terumbu Karang Banyuputih, Situbondo Jawa Timur
(sumber: Nana Suwargana, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN)

Objek perairan dangkal di Kecamatan Banyuputih nampaknya didominasi oleh terumbu karang luasannya berkisar 240.96 Hektar, nampak keberadaan terumbu karang menempati sekitar batas objek pasir ke arah laut dalam. Sedangkan keberadaan objek pasir berkisar 119.20 Hektar, keberaannya menempati batas pantai dengan terumbu karang ke arah tengah laut. Kemudian keberadaan terumbu karang/pasir menempati kisaran 151.68 Hektar, keberaannya antara terumbu karang dan pasir. Paling sedikit adalah obyek lamun luasannya berkisar 32.80 Hektar menempati antara batas daratan dan laut. Di Daerah lokasi rencana berdirinya smelter sampai mendekati Bama tidak di temukan terumbu karang.

4.2.2 Hasil Studi Lapangan

Studi lapangan yakni pengukuran pasang surut dan arus terutama di lokasi rencana pendirian smelter di dapatkan dari tim Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Sedangkan data kondisi perairan laut lokasi *smelter* bekerjasama dengan KLH Situbondo dan, Laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Pengukuran arus

di lakukan di 2 titik yakni titik 1 pada koordinat X= 216082.566 , Y=9123338.29 sedangkan titik 2 yakni pada koordinat X= 216064.5, Y= 9122898.

Secara umum, kondisi perairan baik kondisi fisik yakni kebauan, padatan tersuspensi, sampah, suhu, lapisan minyak, kekeruhan maupun kondisi kimia yakni pH, salinitas, amoniak total, oksigen, senyawa fenol total, surfaktan, minyak, lemak, pospat dan sianida berada dalam kondisi normal. Suhu ambien air laut 24 °C.

4.3 Hasil Wawancara dan *Gaming* Aktor yang terlibat

Wawancara dilakukan terhadap 23 orang dengan spesifikasi pihak UPT Baluran, perwakilan pemerintah daerah, penyuluh pertanian, penyuluh perikanan, petani, nelayan, akademisi yakni rektor, dosen dan mahasiswa, tokoh masyarakat, LSM dan masyarakat umum. Dari semua aktor yang kami wawancarai ada kecenderungan setuju, tidak setuju dan masih ragu setuju atau tidak setuju dengan rencana pembangunan *smelter* dengan berbagai alasan. Tabel berikut ini adalah rekapitulasi hasil wawancara aktor dan kecenderungan dari setiap aktor.

Tabel 4.9 Tabel Rekapitulasi Hasil Wawancara Aktor

Instansi/kelompok aktor	No	Nama	Jabatan/Pekerjaan	Kecenderungan (S/TS/R)	Keterangan
UPT Baluran	1	Bu Emi	Kepala UPT Baluran	TS	Berharap lahan bekas perkebunan kapuk tetap di manfaatkan untuk perkebunan
	2	Yusuf	Fungsional pengendali ekosistem	TS	

			Hutan		
Bappeda	3	Marsudi	Kabid Perencanaan Bappeda	S	Awalnya kurang setuju, setelah mendengar pemaparan dari pemrakarsa dan pihak pembuat amdal juga melihat langsung proses yang terjadi di sanghai
DKP	4	Dra. Endang Astuti	Kasubag Perencanaan	TS	Kurang setuju apalagi jika limbahnya mengganggu perairan laut. Bagaimana nasib nelayan?
Dinas Pertanian	5	Rudi Mulyono	Kasi Ketahanan Pangan	R	Melihat kajian amdalnya dulu
Dinas Pariwisata	6	Jupri Setyo (1978 0813 1998 02 1 001)	Kabid pariwisata dan kebudayaan	S	Kalau dapat ijin dari pemerintah, jelasnya pihak Taman Nasional juga setuju
KLH	7	Toni Wahyudi	Pengawasan dan Pengendalian Dampak Lingkungan	R	Lihat dulu kajian amdalnya. Isunya tidak jadi
Penyuluh	8	Pak Moko	Penyuluh pertanian asembagus	R	Jika banyak masyarakat yang nantinya dapat pekerjaan dan pembuangan limbah di atur

					dengan baik, setuju.
	9	Imam Joko Prayogo	Penyuluh perikanan wilayah bungatan	TS	
Petani	10	Hasanah	Petani Banyuputih, PNPM	TS	Pemerintah perlu mengkaji sesuatu dengan pandangan jangka panjang
	11	Ibu Suprihatin	Petani Banyuputih, Pengajar paud	TS	Pekerjaan utama adalah bertani dan pendapatn uama ya dari bertani
Nelayan	12	Pak Sahamar(u sia 52 tahun)	Pengepul pantai Karangtekok	TS	Kurang setuju.
Pemilik sewa kendaraan	13	Mukaji(P NS sopir ambulance)	Pemilik dan sopir mobil sewaan	S	Akan banyak masyarakat yang mendapat pekerjaan dengan adanya smelter
Pemilik Penginapan	14	Ibu Sahri(usia 49)	Pemillik penginaan Bama Indah	TS	Karena jika limbah merusak hutan baluran
Pemilik warung makan	15	Musini	Pemilik warung di samping Bama home stay	TS	
Pemilik warung musim ikan	16	Pak Moko		R	Lihat kajian lingkungannya

Akademisi	17	Cahyo Murtianto, S.Pd	Guru Biologi SMAN 2 Situbondo	TS	
	18	Martono	Rektor UNARS, Dosen Pertanian	Sangat Tidak Setuju	Dapat mengganggu ekosistem pertanian
Mahasiswa	19	Ulung	Mahasiswa fakultas hokum UNARS, Ketua LDK UNARS	S	Setuju asal mempertimbangkan dampak negatifnya buat lingkungan
	20	Samsul Arifin	Mahasiswa fakultas hokum UNARS	S	Setuju karena dapat meningkatkan PAD namun tetap mempertimangkan kualitas lingkungan
Masyarakat Umum	21	Onny Purman	Staff BBKP Surabaya	TS	
LSM	22	Donny Kusuma	Anggota LSM Granica Situbondo	TS→mela kukan aksi penolakan	
	23	Ibu Titiek	HSNI Jawa Timur	Sangat Tidak Setuju	

Hasil wawancara menunjukkan sebagian besar 59% tidak setuju *smelter* berdiri, 22% setuju dan sisanya 19% netral. Sifat netral inilah yang perlu di cermati lebih dalam. Ada yang setuju karena tidak mengetahui informasi ini sehingga jika keputusan ini di sahkan oleh pemerintah pun , mungkin mereka tidak akan peduli. Pihak yang setuju salah satunya adalah mahasiswa salah satu kampus di Situbondo

dan salah satu pihak Dinas terkait. Salah satu Dinas terkait setuju karena di anggap *smelter* ini tidak akan mengganggu Taman Nasional dan jika proses sudah sampai pada tingkat ANDAL, kemungkinan besar pihak Taman Nasional sendiri juga sudah setuju. Ada yang netral menjadi mendukung atau menolak tergantung dari hasil ANDAL. Sementara hasil ANDAL sendiri belum tentu 100% sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Dalam hal ini, kita membuat 3 skenario, skenario *smelter* tidak berdiri dan skenario *smelter* berdiri dengan konsep *green smelter* dan konsep *smelter* berdiri dengan *non green smelter*.

4.4 Skenario dan Pemodelan Sistem Dinamik

Software yang kami gunakan dalam system dinamik ini adalah *stela* 9.1.3. Ada 3 skenario utama dengan sub skenario pada 3 sektor yakni sektor perikanan, pertanian, dan Taman Nasional

a. Skenario Kondisi Tanpa *Smelter*(Kondisi eksisting)

Kondisi di mana tidak ada *smelter* yang berdiri. Formulasi ini kami validasi dulu dengan *merunning* kondisi selama 3-5 tahun terakhir tentang kondisi ke-3 sektor tadi.

b. Skenario Optimis

Skenario ini adalah konsep *green smelter*. Perilaku sistem dengan adanya *smelter* yang membuat kondisi perikanan, pertanian, dan perkembangan Taman Nasional semakin baik dan berkurangnya jumlah pengangguran serta kondisi lingkungan yang terjaga kelestariannya.

c. Skenario Pesimis

Kondisi di mana dengan adanya *smelter*, jumlah pengangguran semakin sedikit dengan adanya penyerapan tenaga kerja namun ekosistem laut, darat yaitu pertanian dan kehutanan mengalami degradasi yang akhirnya

menurunkan pendapatan dari ketiga sektor tersebut. Skenario ini adalah skenario *smelter* di mana limbah yang terbuang ke lingkungan cukup besar.

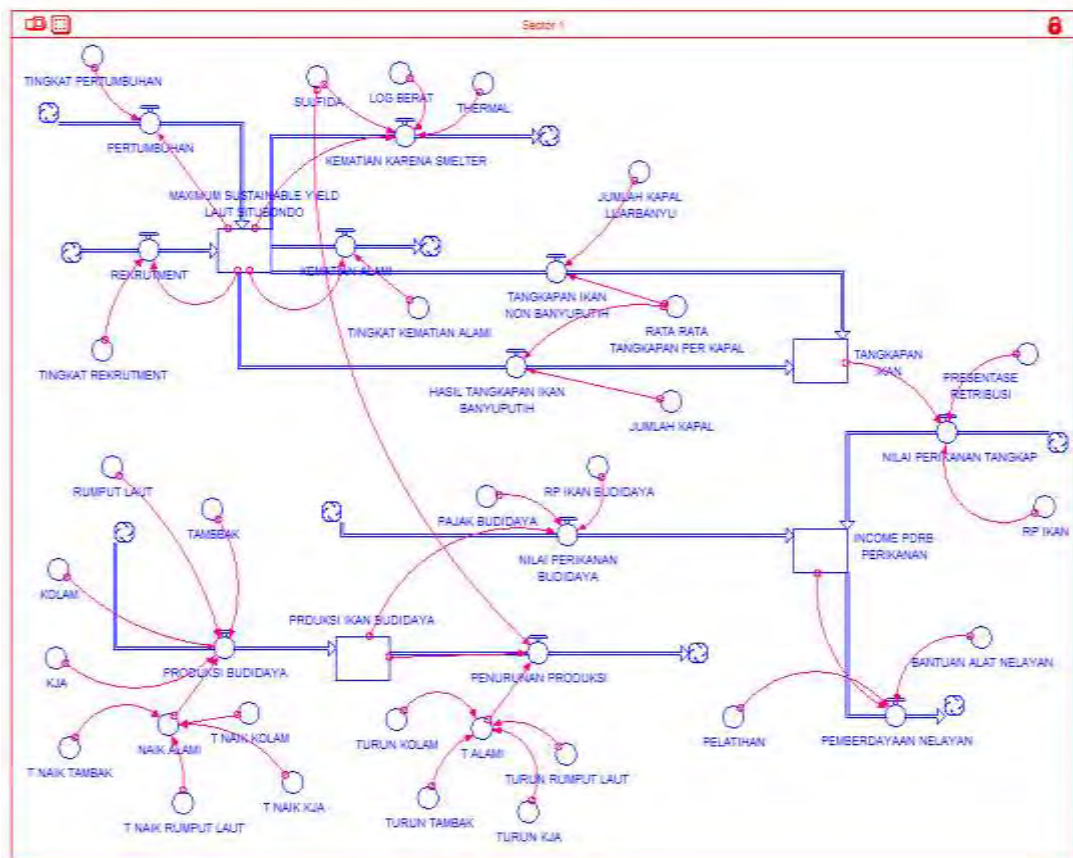
4.4.1 Stok and Flow

Berikut ini adalah stok and flow dari pemodelan kondisi 3 sektor terhadap perekonomian situbondo

a. Stok and Flow Perikanan

Kondisi perikanan yang di amati meliputi perikanan tangkap dan perikanan budidaya yaitu tambak, kolam, dan keramba jaring apung.

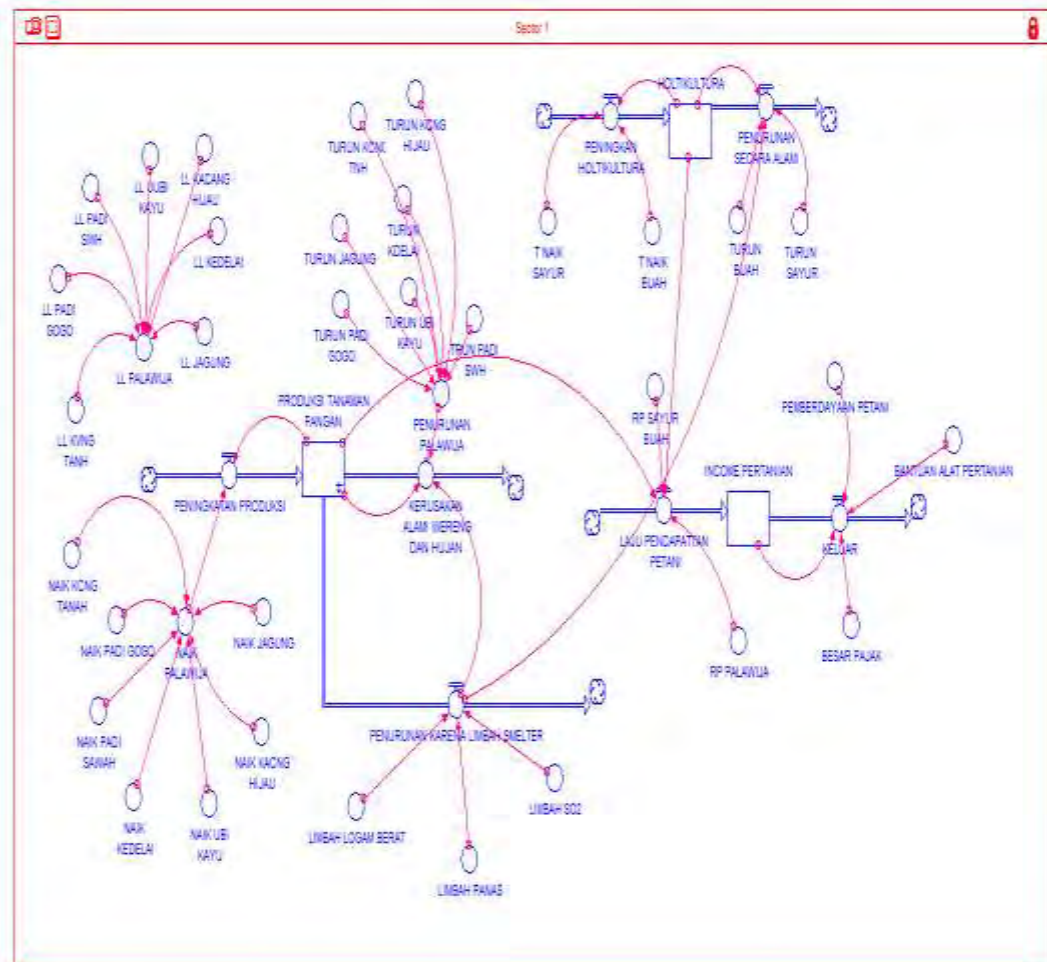
Berikut ini adalah stok dan flow kondisi perikanan di kabupaten Situbondo



Gambar 4.3 Stok dan Flow Perikanan Kabupaten Situbondo

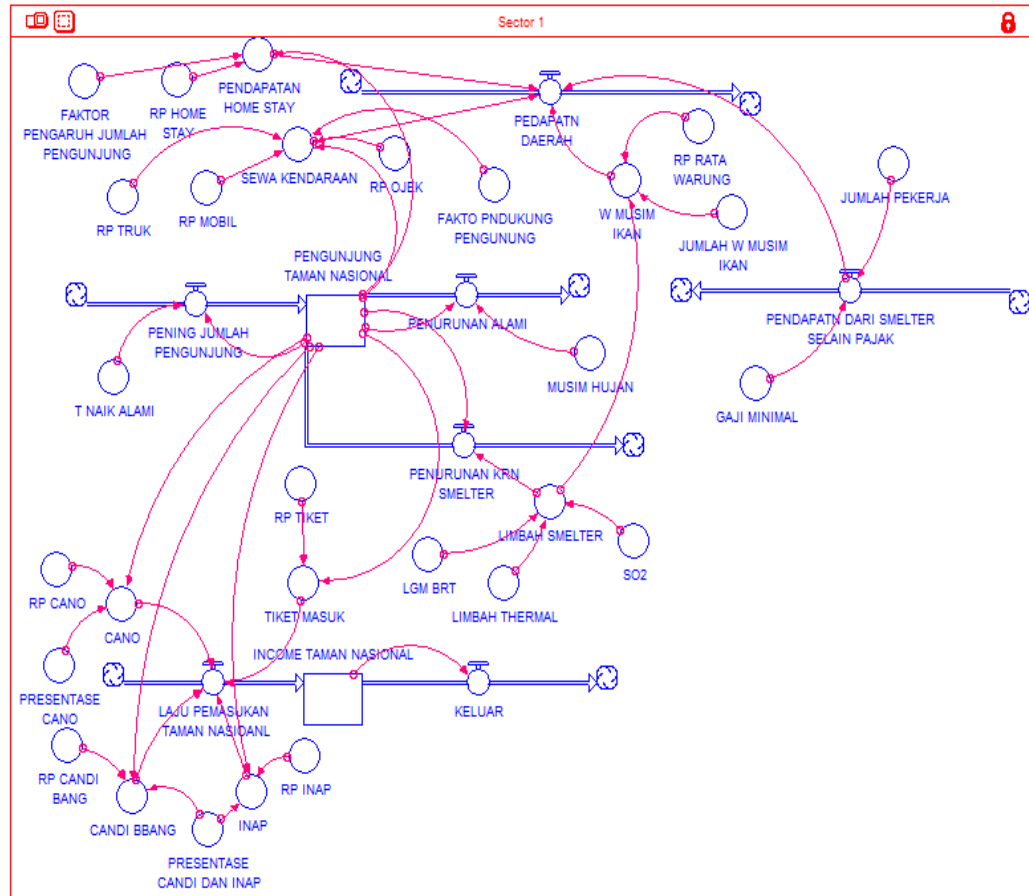
b. Stok and Flow Pertanian

Komoditas pertanian yang dilihat perubahannya dalam model adalah tanaman pangan dan hortikultura(buah dan sayur).



Gambar 4.4 Stok and Flow Pertanian(tanaman pangan dan hortikultura) Kabupaten Situbondo

c. Stok and Flow Taman Nasional Baluran



Gambar 4.5 Stok and Flow Income taman nasional dan pendapatan daerah yang bersumber dari *smelter* dan usaha turunan adanya Taman Nasional Baluran

4.4.2 Formulasi Model

a. Formulasi Perikanan

Formulasi pada gambar di bawah ini adalah formulasi dalam kondisi eksisting, tanpa adanya *smelter* yang berdiri. Sedangkan dalam kondisi adanya *green smelter*(Optimis) atau *non green smelter*(Pesimis), ada beberapa variabel yang berubah yakni variabel penurun dari tiap limbah.

```

INCOME_PDRB_PERIKANAN(t) = INCOME_PDRB_PERIKANAN(t - dt) + (NILAI_PERIKANAN_BUDIDAYA +
NILAI_PERIKANAN_TANGKAP - PEMBERDAYAAN_NELAYAN) * dt
INIT INCOME_PDRB_PERIKANAN = 0
INFLOWS:
NILAI_PERIKANAN_BUDIDAYA = PRDUKSI_IKAN_BUDIDAYA*RP_IKAN_BUDIDAYA*PAJAK_BUDIDAYA
NILAI_PERIKANAN_TANGKAP = TANGKAPAN_IKAN*PRESENTASE_RETRIBUSI*RP_IKAN
OUTFLOWS:
PEMBERDAYAAN_NELAYAN = INCOME_PDRB_PERIKANAN-(0.2*PELATIHAN+BANTUAN_ALAT_NELAYAN*0.3)
MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO(t) =
MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO(t - dt) + (REKRUTMENT + PERTUMBUHAN -
HASIL_TANGKAPAN_IKAN_BANYUPUTIH - KEMATIAN_ALAMI - KEMATIAN_KARENA_SMELTER -
TANGKAPAN_IKAN_NON_BANYUPUTIH) * dt
INIT MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO = 16000000
INFLOWS:
REKRUTMENT = MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO*TINGKAT_REKRUTMENT
PERTUMBUHAN = MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO*TINGKAT_PERTUMBUHAN
OUTFLOWS:
HASIL_TANGKAPAN_IKAN_BANYUPUTIH = JUMLAH_KAPAL*RATA_RATA_TANGKAPAN_PER_KAPAL
KEMATIAN_ALAMI = MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO*TINGKAT_KEMATIAN_ALAMI
KEMATIAN_KARENA_SMELTER =
MAXIMUM_SUSTAINABLE_YIELD_LAUT_SITUBONDO*((LOG_BERAT+SULFIDA+THERMAL)/3)
TANGKAPAN_IKAN_NON_BANYUPUTIH =
JUMLAH_KAPAL_LUARBANYU*RATA_RATA_TANGKAPAN_PER_KAPAL
PRDUKSI_IKAN_BUDIDAYA(t) = PRDUKSI_IKAN_BUDIDAYA(t - dt) + (PRODUKSI_BUDIDAYA -
PENURUNAN_PRODUKSI) * dt
INIT PRDUKSI_IKAN_BUDIDAYA = 3139580
INFLOWS:
PRODUKSI_BUDIDAYA = (KJA+KOLAM+RUMPUT_LAUT+TAMBAK)*NAIK_ALAMI
OUTFLOWS:
PENURUNAN_PRODUKSI = PRDUKSI_IKAN_BUDIDAYA*((SULFIDA+T_ALAMI)/2)
TANGKAPAN_IKAN(t) = TANGKAPAN_IKAN(t - dt) + (HASIL_TANGKAPAN_IKAN_BANYUPUTIH +
TANGKAPAN_IKAN_NON_BANYUPUTIH) * dt
INIT TANGKAPAN_IKAN = 6000000
INFLOWS:
HASIL_TANGKAPAN_IKAN_BANYUPUTIH = JUMLAH_KAPAL*RATA_RATA_TANGKAPAN_PER_KAPAL
TANGKAPAN_IKAN_NON_BANYUPUTIH =
JUMLAH_KAPAL_LUARBANYU*RATA_RATA_TANGKAPAN_PER_KAPAL
BANTUAN_ALAT_NELAYAN = 300
JUMLAH_KAPAL = 30
JUMLAH_KAPAL_LUARBANYU = 400
KJA = 16000
KOLAM = 230000
LOG_BERAT = 0
NAIK_ALAMI = (T_NAIK_KJA+T_NAIK_KOLAM+T_NAIK_RUMPUT_LAUT+T_NAIK_TAMBAK)/4
PAJAK_BUDIDAYA = 0.05
PELATIHAN = 6
PRESENTASE_RETRIBUSI = 5
RATA_RATA_TANGKAPAN_PER_KAPAL = 5000
RP_IKAN = 1
RP_IKAN_BUDIDAYA = 5
RUMPUT_LAUT = 2000000
SULFIDA = 0
TAMBAK = 2800000
THERMAL = 0
TINGKAT_KEMATIAN_ALAMI = 0.042
TINGKAT_PERTUMBUHAN = 0.12
TINGKAT_REKRUTMENT = 0.4
TURUN_KJA = 0.02
TURUN_KOLAM = 0.26
TURUN_RUMPUT_LAUT = 0.2651
TURUN_TAMBAK = 0.23
T_ALAMI = (TURUN_KJA+TURUN_KOLAM+TURUN_RUMPUT_LAUT+TURUN_TAMBAK)/4
T_NAIK_KJA = 0.11
T_NAIK_KOLAM = 0.12
T_NAIK_RUMPUT_LAUT = 0.259
T_NAIK_TAMBAK = 1.54

```

Gambar 4.6. Formulasi model perikanan

b. Formulasi Pertanian

Formulasi di bawah ini adalah formulasi untuk kondisi eksisting tanpa adanya *smelter* yang berdiri.

```

HOLTIKULTURA(t) = HOLTIKULTURA(t - dt) + (PENINGKAN_HOLTIKULTURA -
PENURUNAN_SECARA_ALAMI) * dt
INIT HOLTIKULTURA = 40000000
INFLOWS:
PENINGKAN_HOLTIKULTURA = HOLTIKULTURA*((T_NAIK_BUAH+T_NAIK_SAYUR)/2)
OUTFLOWS:
PENURUNAN_SECARA_ALAMI
HOLTIKULTURA*((PENURUNAN_KARENA_LIMBAH_SMELTER+TURUN_BUAH+TURUN_SA
YUR)/3)
INCOME_PERTANIAN(t) = INCOME_PERTANIAN(t - dt) + (LAJU_PENDAPATTAN_PETANI -
KELUAR) * dt
INIT INCOME_PERTANIAN = 0
INFLOWS:
LAJU_PENDAPATTAN_PETANI
HOLTIKULTURA*RP_SAYUR_BUAH+PRODUKSI_TANAMAN_PANGAN*RP_PALAWIJA
OUTFLOWS:
KELUAR
INCOME_PERTANIAN*(BANTUAN_ALAT_PERTANIAN+BESAR_PAJAK+PEMBERDAYAAN_PE
TANI)
PRODUKSI_TANAMAN_PANGAN(t) = PRODUKSI_TANAMAN_PANGAN(t - dt) +
(PENINGKATAN_PRODUKSI - KERUSAKAN_ALAMI_WERENG_DAN_HUJAN -
PENURUNAN_KARENA_LIMBAH_SMELTER) * dt
INIT PRODUKSI_TANAMAN_PANGAN = 1300000000
INFLOWS:
PENINGKATAN_PRODUKSI = PRODUKSI_TANAMAN_PANGAN*NAIK_PALAWIJA
OUTFLOWS:
KERUSAKAN_ALAMI_WERENG_DAN_HUJAN
PRODUKSI_TANAMAN_PANGAN*(PENURUNAN_KARENA_LIMBAH_SMELTER+PENURUNAN
_PALAWIJA)
PENURUNAN_KARENA_LIMBAH_SMELTER
(LIMBAH_LOGAM_BERAT+LIMBAH_PANAS+LIMBAH_SO2)/3
BANTUAN_ALAT_PERTANIAN = 0.3
BESAR_PAJAK = 0.1
LIMBAH_LOGAM_BERAT = 0
LIMBAH_PANAS = 0
LIMBAH_SO2 = 0
LL_JAGUNG = 51000
LL_KACANG_HIJAU = 162
LL_KEDELAI = 200
LL_KVNG_TANH = 420
LL_PADI_GOGO = 3900
LL_PADI_SWH = 40000
LL_PALAWIJA
LL_JAGUNG+LL_KACANG_HIJAU+LL_KEDELAI+LL_KVNG_TANH+LL_PADI_GOGO+LL_PA
DI_SWH+LL_UUBI_KAYU
LL_UUBI_KAYU = 392
NAIK_JAGUNG = 0.1426
NAIK_KACNG_HIJAU = 0.4036
NAIK_KCNG_TANAH = 0.566

```

Gambar 4.7. formulasi Model Pertanian

Sedangkan untuk kondisi optimis(*green smelter*) dan pesimis(*non green smelter*) ada beberapa variabel yang di ubah yaitu persentase penurunan akibat adanya limbah *smelter*.

d. Formulasi Taman Nasional Baluran

Variabel yang di lihat adaah

- Jumlah pengunjung Taman Nasional
- *Income* Taman Nasional yang bersumber dari jumlah tiket, penyewaan penginapan, cano dan pemasukan dari candi Bang
- Pendapatan masyarakat daerah yang bersumber dari usaha turunan dari adanya Taman Nasional Baluran yakni penyewaan kendaraan, home stay, warung musim ikan. Di tambah dengan pemasukan dari gaji pekerja orang situbondo yang bekerja di smelter. Kami membuat 2 asumsi. asumsi 1 jika pekerja yang di rekrut adalah 500 orang dan asumsi kedua jumlah pekerja 1000 orang yang dengan Gaji di atas UMR yaitu minimal 15 USD.

Formulasi di bawah ini adalah formulasi untuk kondisi eksisting.

```

INCOME_TAMAN_NASIONAL(t) = INCOME_TAMAN_NASIONAL(t - dt) + (LAJU_PEMASUKAN__TAMAN_NASIOANL -
KELUAR) * dt
INIT INCOME_TAMAN_NASIONAL = 0
INFLOWS:
LAJU_PEMASUKAN__TAMAN_NASIOANL = CANDI_BBANG+CANO+INAP+TIKET_MASUK
OUTFLOWS:
KELUAR = INCOME_TAMAN_NASIONAL
PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL(t) = PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL(t - dt) +
(PENING JUMLAH_PENGUNJUNG - PENURUNAN_ALAMI - PENURUNAN_KRN__SMELTER) * dt
INIT PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL = 35000
INFLOWS:
PENING JUMLAH_PENGUNJUNG = PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*T_NAIK_ALAMI
OUTFLOWS:
PENURUNAN_ALAMI = PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*MUSIM_HUJAN
PENURUNAN_KRN__SMELTER = PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*LIMBAH_SMELTER
UNATTACHED:
PEDAPATN_DAERAH
PENDAPATN_DARI_SMELTER SELAIN_PAJAK+PENDAPATAN_HOME_STAY+SEWA_KENDARAAN+W_MUSIM_IKAN
N
UNATTACHED:
PENDAPATN_DARI_SMELTER SELAIN_PAJAK = GAJI_MINIMAL*JUMLAH_PEKERJA
CANDI_BBANG = (PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*PRESENTASE_CANDI_DAN_INAP*RP_CANDI__BANG)/12
CANO = (PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*PRESENTASE_CANO*RP_CANO)/12
FAKTOR_PENGARUH JUMLAH_PENGUNJUNG = 0.0216
FAKTO_PNDUKUNG__PENGUNUNG = 0.0049
GAJI_MINIMAL = 0
INAP = (PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*PRESENTASE_CANDI_DAN_INAP*RP_INAP)/12
JUMLAH_PEKERJA = 0
JUMLAH_W_MUSIM_IKAN = 9
LGM_BRT = 0
LIMBAH_SMELTER = (LGM_BRT+LIMBAH_THERMAL+SO2)/3
LIMBAH_THERMAL = 0
MUSIM_HUJAN = 0
PENDAPATAN_HOME_STAY
PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*FAKTOR_PENGARUH JUMLAH_PENGUNJUNG*RP_HOME__STAY
PRESENTASE_CANDI_DAN_INAP = 0.09875
PRESENTASE_CANO = 0.2093
RP_CANDI__BANG = 0.0005
RP_CANO = 0.0015
RP_HOME__STAY = 0.0075
RP_INAP = 0.01
RP_MOBIL = 0.0058
RP_OJEK = 0.01
RP_RATA__WARUNG = 1.0266
RP_TIKET = 0.0017
RP_TRUK = 0.004
SEWA_KENDARAAN
PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*FAKTO_PNDUKUNG__PENGUNUNG*((RP_MOBIL+RP_OJEK+RP_TRUK)/3)
SO2 = 0
TIKET_MASUK = PENGUNJUNG_TAMAN_NASIONAL*RP_TIKET
T_NAIK_ALAMI = 0.33955
W_MUSIM_IKAN = (1-LIMBAH_SMELTER)*(JUMLAH_W_MUSIM_IKAN*RP_RATA__WARUNG)

```

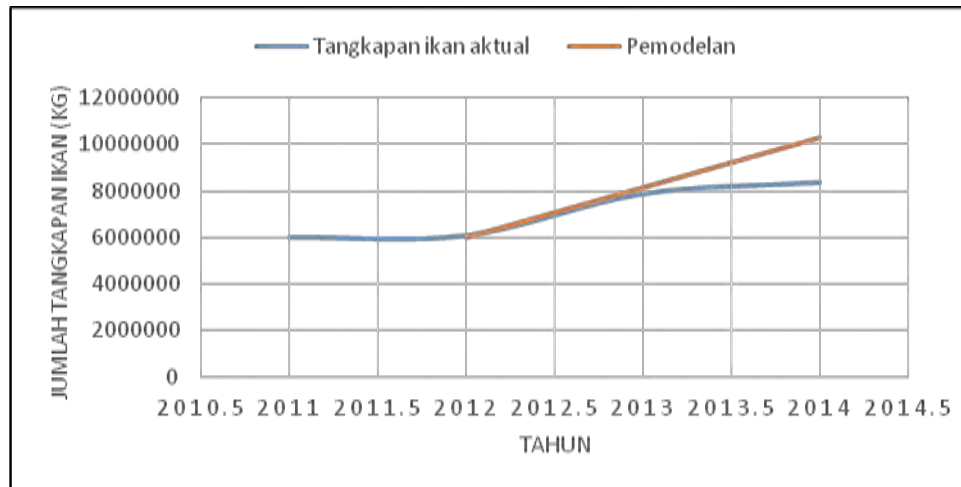
Gambar 4.8. Formulasi Model Taman Nasional Baluran

4.5. Validasi Kondisi Eksisting

a. Validasi Kondisi Perikanan

Validasi kondisi perikanan di dasarkan pada hasil *running* model yang di buat dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Hasil modeling *stela* dan kondisi eksisting

perikanan tahun 2011-2014 menunjukkan tren peningkatan yang sama dengan nilai error kondisi eksisting dan pemodelan sebesar 9.45%.



Gambar 4.9. Grafik hasil pengukuran dan pemodelan jumlah tangkapan ikan 2011-2014

b. Validasi Kondisi Pertanian

Hasil modeling stela dan kondisi eksisting pertanian tahun 2011-2014 menunjukkan tren peningkatan yang sama dengan nilai error kondisi eksisting dan pemodelan sebesar 7.23%.



Gambar 4.10. Grafik hasil pengukuran pemodelan nilai produksi holtikultura Tahun 2011-2014

d. Validasi Kondisi Taman Nasional Baluran

Hasil modeling stela dan kondisi eksisting jumlah pengunjung tahun 2012-2014 menunjukkan tren peningkatan yang sama dengan nilai error kondisi eksisting dan pemodelan sebesar 14.8%.



Gambar 4.11. Grafik kondisi aktual dan pemodelan jumlah pengunjung Taman Nasional Baluran tahun 2012-2014

4.6. Formulasi Limbah Tanpa Validasi Sebaran Panas

Penurunan komoditas akibat limbah di dasarkan atas banyaknya limbah yang keluar ke lingkungan. Dalam pemodelan ini kami menggunakan 2 variasi model. Model pertama, limbah yang keluar mengacu pada limbah *green smelter* timah di Bangka Belitung sedangkan untuk model kedua , di modelkan terlebih dahulu sebaran panas di daerah yang direncanakan akan di bangun *smelter*. Hasil sebaran panas dijadikan acuan untuk penetapan penurunan komoditas akibat limbah panas terutama sektor perikanan dan Taman Nasional Baluran.

a. Model Perikanan

Kondisi Optimis dengan adanya *green smelter*

Thermal : 0.3

Logam : $(0.3)/17$ kecamatan : 0.02

Hujan asam : 0.3

Untuk hujan asam, limbah panas dan logam berat di dasarkan pada *green smelter* timah di Bangka Belitung di mana hasil limbahnya 0.3.

Polusi limbah panas ini di asumsikan hanya berpengaruh terhadap perikanan tangkap yang ada di kecamatan Banyuputih terutama di daerah Perengan.

Untuk logam berat di bagi dengan 17 yang merupakan jumlah kecamatan yang ada di situbondo. Karena logam berat akan banyak terkonsentrasi di daerah Banyuputih, dekat areal smelter. Sedangkan limbah SO_2 yang lebih ringan dari material logam berat dapat terbawa angin sejauh berkilo-kilo meter dari arah *smelter* sehingga nantinya dapat turun bersama hujan dan mengenai areal perikanan di kecamatan lain, tidak hanya di Banyuputih.

Sedangkan kondisi pesimis kami asumsikan 2 kali kondisi optimis

Thermal : 0.6

Logam : 0.02×2 : 0.04

Hujan asam : 0.6

b. Model Pertanian

Limbah yang mungkin dapat berpengaruh adalah limbah karena logam berat dan SO_2 yang menyebabkan hujan asam dan dapat merusak lahan pertanian dan tanaman pertanian.

Beda dengan kondisi eksisting pada *equation* setiap limbah baik dalam kondisi optimis dan kondisi pesimis.

Kondisi Optimis dengan adanya *green smelter*

Logam : $(0.3)/17$: 0.02

Thermal : 0

Hujan asam : 0.3

Sedangkan kondisi pesimis kami asumsikan 2 kali kondisi optimis

Logam : $(0.6)/17$: 0.04

Thermal : 0

Hujan asam : 0.6

c. Model Taman Nasional Baluran

Untuk kondisi optimis dan pesimis ada perubahan dalam variabel limbah *smelter*

Kondisi Optimis dengan adanya *green smelter*

Logam : 0.3

Thermal : 0.3

Hujan asam : 0.3

Sedangkan kondisi pesimis kami asumsikan 2 kali kondisi optimis

Logam : 0.6

Thermal : 0.6

Hujan asam : 0.6

4.7. Hasil *Running Stela* Tanpa Validasi Sebaran Panas

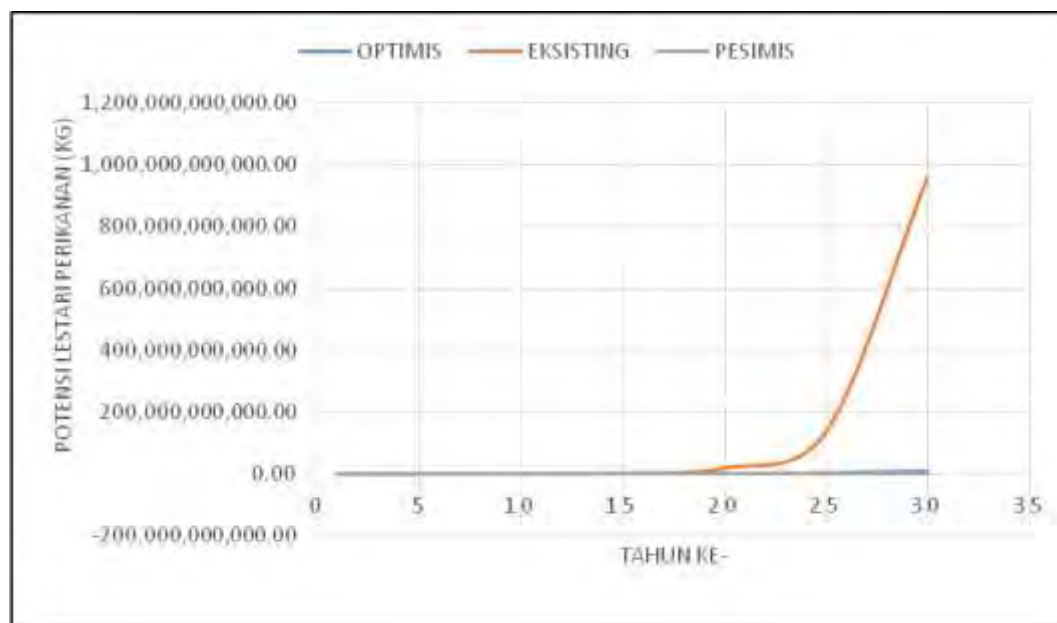
4.7.1. Hasil *Running* Perikanan

a. Potensi Lestari Perikanan

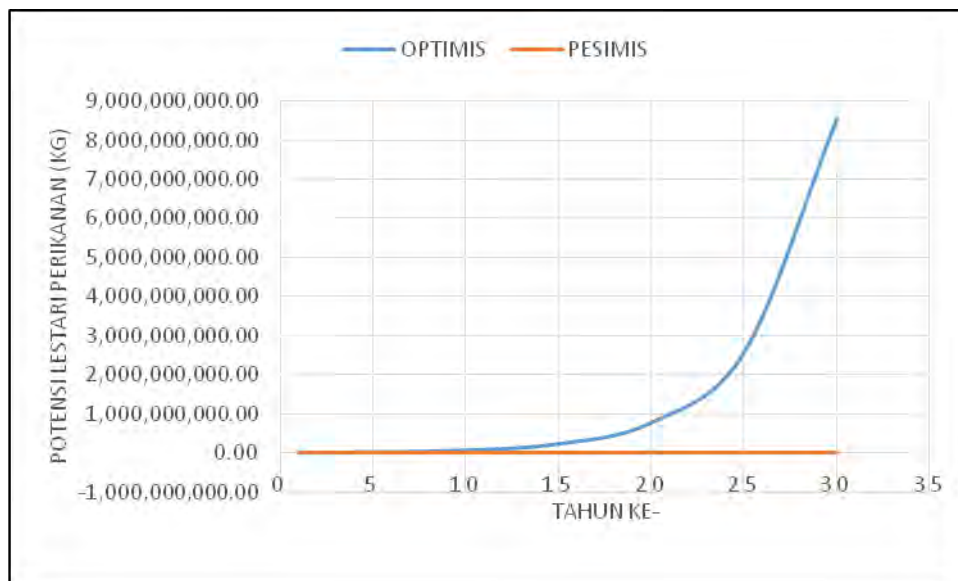
Tabel 4.10.Perbandingan pertumbuhan kondisi potensi lestari perikanan Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	POTENSI LESTARI PERIKANAN (KG)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	16,000,000.00	16,000,000.00	16,000,000.00
2	18,191,333.33	21,498,000.00	14,884,666.67
3	20,977,248.44	29,624,044.00	13,697,208.44
4	24,519,075.19	41,634,337.03	12,432,961.26
5	29,021,917.59	59,385,550.13	11,086,959.42
10	77,995,137.11	391,618,920.84	2,933,152.26

15	240,645,795.50	2,734,851,639.00	0
20	780,843,824.86	19,261,606,792.11	0
25	2,574,958,363.40	135,824,350,976.62	0
30	8,533,600,939.72	957,938,141,974.69	0



Gambar 4.12.Grafik Perbandingan Potensi Lestari Perikanan sebelum dan setelah adanya *smelter*



Gambar 4.13. Grafik Perbandingan skenario optimis dan pesimis Potensi Lestari Perikanan setelah adanya *smelter*

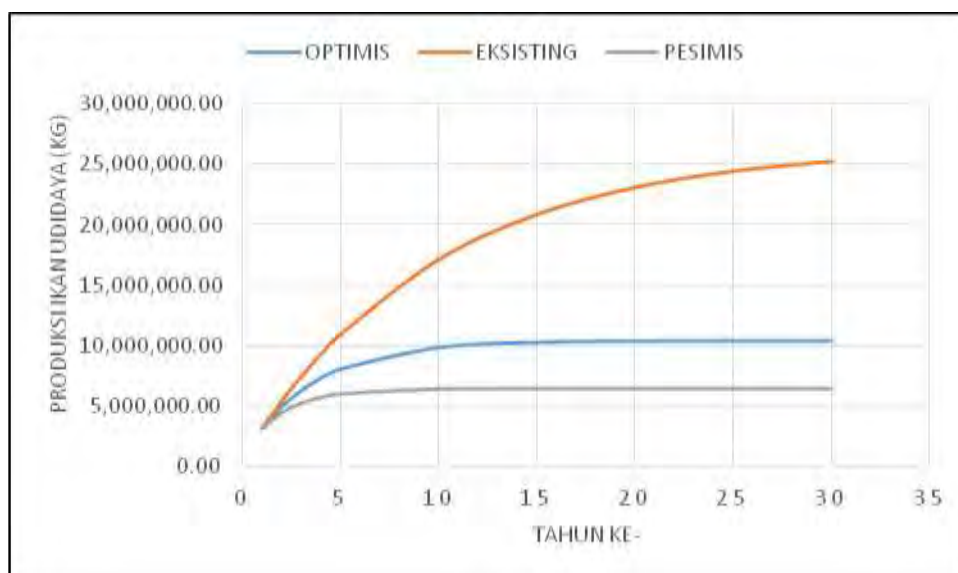
Semua kondisi baik eksisting, optimis mengalami peningkatan potensi sumberdaya lestari perikanan dari tahun ke tahun. Hanya kondisi pesimis yang nilai potensi lestari perikanannya mengalami penurunan. Meskipun eksisting dan optimis sama sama mengalami kenaikan namun rata-rata potensi lestari perikanan eksisting tiap tahun lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi optimis yaitu 60,13% lebih tinggi dari optimis. Sedangkan rata-rata potensi lestari perikanan kondisi pesimis jauh lebih rendah 73,52% di bandingkan kondisi eksisting. Sehingga potensi lestari perikanan optimis jauh lebih tinggi 13,4% dari kondisi pesimis. Jumlah potensi lestari perikanan selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi di bandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dari kondisi pesimis.

b. Produksi Perikanan Budidaya

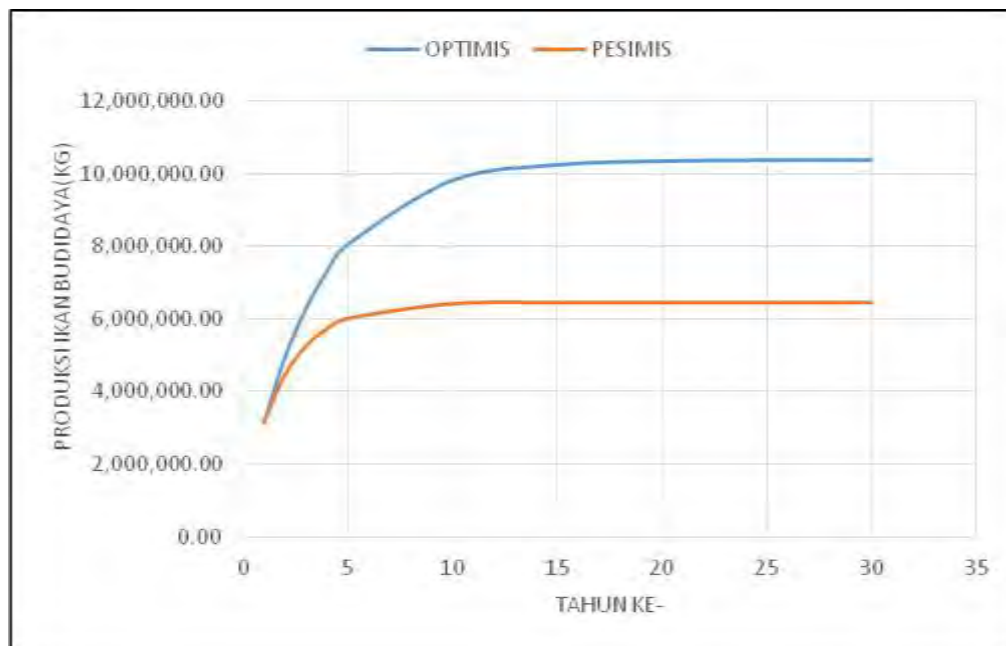
Tabel 4.11. Perbandingan pertumbuhan kondisi produksi perikanan budidaya Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	PRODUKSI PERIKANAN BUDIDAYA (KG)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS

1	3,139,580.00	3,139,580.00	3,139,580.00
2	4,924,040.44	5,394,977.44	4,453,103.44
3	6,267,939.91	7,431,855.07	5,245,305.85
4	7,280,047.39	9,271,384.71	5,723,093.02
5	8,042,278.19	10,932,686.92	6,011,252.44
10	9,804,099.44	17,114,905.66	6,414,198.52
15	10,230,935.53	20,829,006.01	6,446,352.78
20	10,334,345.02	23,060,331.37	6,448,918.62
25	10,359,398.01	24,400,847.89	6,449,123.37
30	10,365,467.60	25,206,191.90	6,449,139.71



Gambar 4.14 .Grafik Perbandingan Produksi Ikan Budidaya sebelum dan setelah adanya smelter



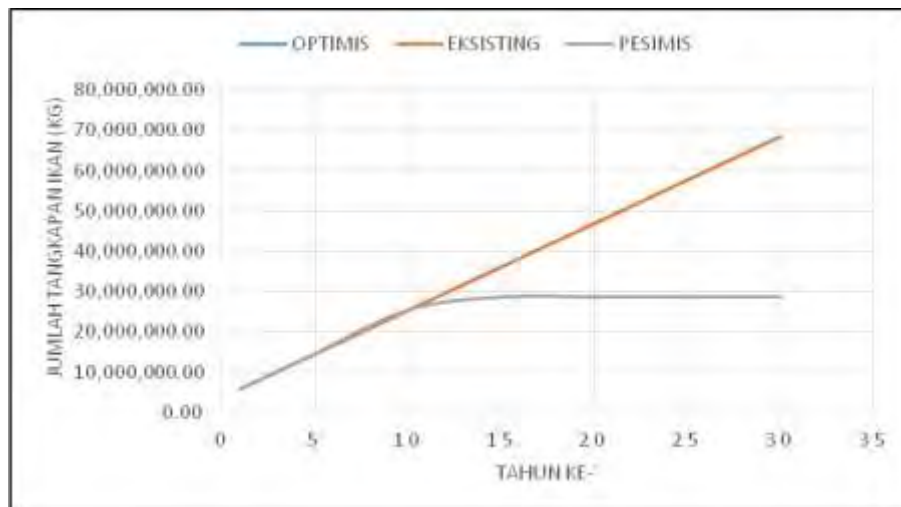
Gambar 4.15 .Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Produksi Ikan Budidaya setelah adanya *smelter*

Kondisi eksisting dan optimis mengalami peningkatan produksi ikan budidaya dari tahun ke tahun hanya nilai pertumbuhannya yang berbeda. Kondisi pesimis mengalami kenaikan dari tahun ke tahun namun pada tahun ke-25 nilainya hampir sama dengan tahun ke-30 yaitu 6.449 ton, hanya selisih sekian kilogram. Rata-rata peningkatan produksi kondisi optimis lebih rendah 33,75% di bandingkan kondisi eksisting. Sedangkan kondisi pesimis lebih rendah 48,18% di bandingkan kondisi eksisting. Dan kondisi pesimis jauh lebih rendah 14,4% di bandingkan kondisi optimis. Total produksi budidaya selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

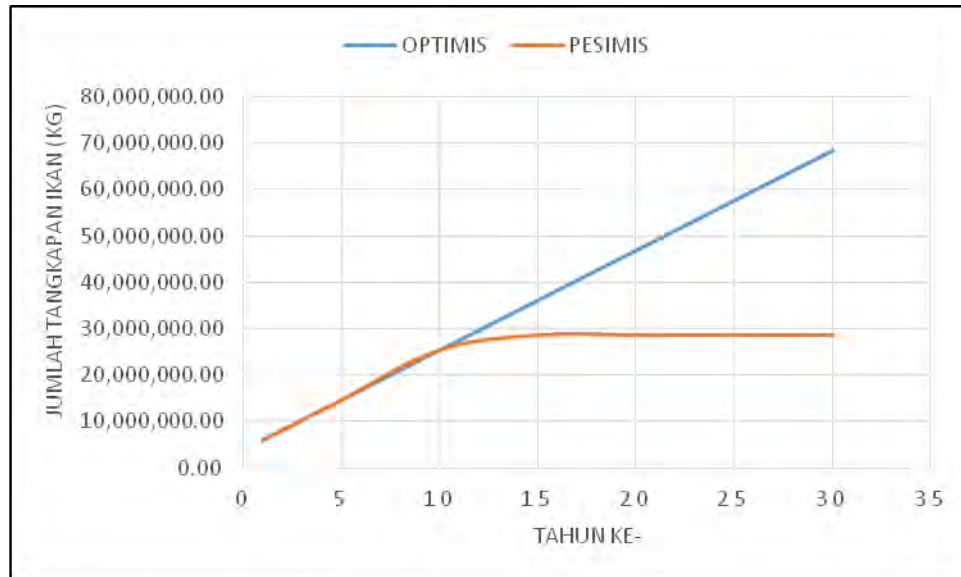
c. Hasil Tangkapan Ikan Situbondo

Tabel 4.12.Perbandingan pertumbuhan tangkapan ikan Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	HASIL TANGKAPAN IKAN (KG)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	6,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00
2	8,150,000.00	8,150,000.00	8,150,000.00
3	10,300,000.00	10,300,000.00	10,300,000.00
4	12,450,000.00	12,450,000.00	12,450,000.00
5	14,600,000.00	14,600,000.00	14,600,000.00
10	25,350,000.00	25,350,000.00	25,350,000.00
15	36,100,000.00	36,100,000.00	28,535,739.08
20	46,850,000.00	46,850,000.00	28,535,739.08
25	57,600,000.00	57,600,000.00	28,535,739.08
30	68,350,000.00	68,350,000.00	28,535,739.08



Gambar 4.16 .Grafik Perbandingan Tangkapan ikan sebelum dan setelah adanya *smelter*



Gambar 4.17 .Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Tangkapan Ikan Situbondo setelah adanya *smelter*

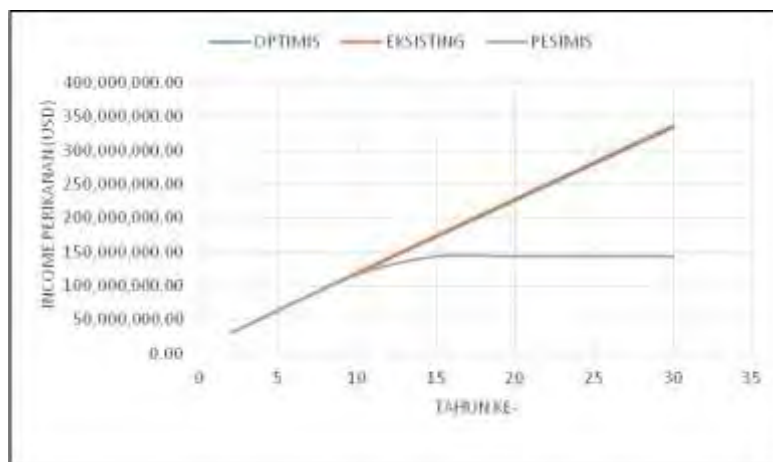
Tangkapan ikan kondisi eksisting dan optimis mengalami kenaikan dari tahun ke tahun dengan nilai dan pertumbuhan yang sama. Kondisi pesimis juga mengalami kenaikan dari tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-15, sedangkan dari tahun ke-15 hingga tahun ke-30 hasil tangkapan stagnan dengan jumlah 28.535 ton. Tangkapan kondisi eksisting dan optimis 16,88% lebih tinggi di bandingkan kondisi pesimis. Jumlah tangkapan ikan selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dari kondisi pesimis.

d. *Income* Perikanan

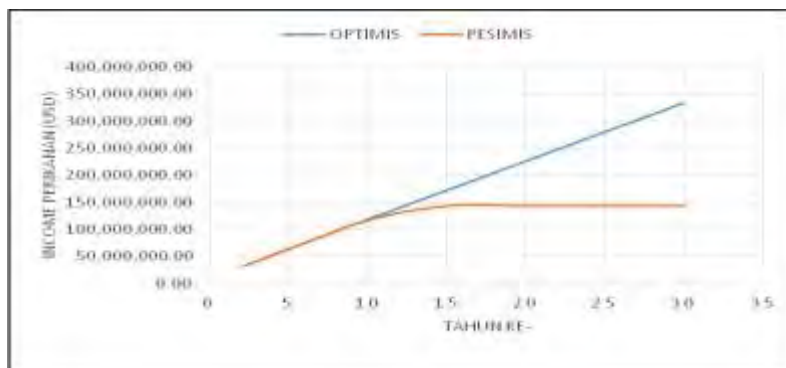
Tabel 4.13.Perbandingan pertumbuhan *income* perikanan Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	INCOME PERIKANAN (USD)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	0	0	0
2	30,784,895.00	30,784,895.00	30,784,895.00

3	41,981,101.31	42,098,835.56	41,863,367.06
4	53,067,076.18	53,358,054.97	52,811,417.66
5	64,070,103.05	64,567,937.38	63,680,864.46
10	118,404,949.69	120,029,301.89	117,597,892.20
15	172,296,640.36	174,807,440.79	144,289,916.05
20	226,080,967.73	229,175,117.26	144,290,979.63
25	279,839,284.22	283,296,199.63	144,291,064.51
30	333,591,299.05	337,269,135.31	144,291,071.28



Gambar 4.18 .Grafik Perbandingan *Income* perikanan sebelum dan setelah adanya *smelter*



Gambar 4.19 .Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis *Income* Perikanan setelah adanya *smelter*

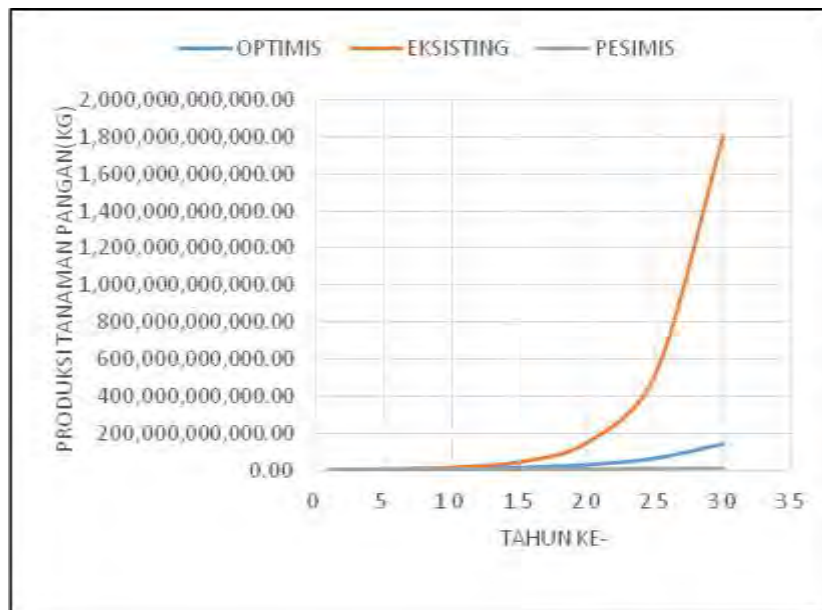
Income perikanan kondisi eksisting, optimis dan pesimis dari tangkapan ikan dan produksi ikan budidaya mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Rata-rata *income* perikanan kondisi eksisting lebih tinggi 0,89% di bandingkan kondisi optimis dan lebih tinggi 18,4% dibandingkan kondisi pesimis. Sedangkan *income* kondisi pesimis jauh lebih rendah 17,52% dibandingkan kondisi optimis. Jumlah *income* selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi daripada kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

4.7.2. Hasil *Running* Pertanian

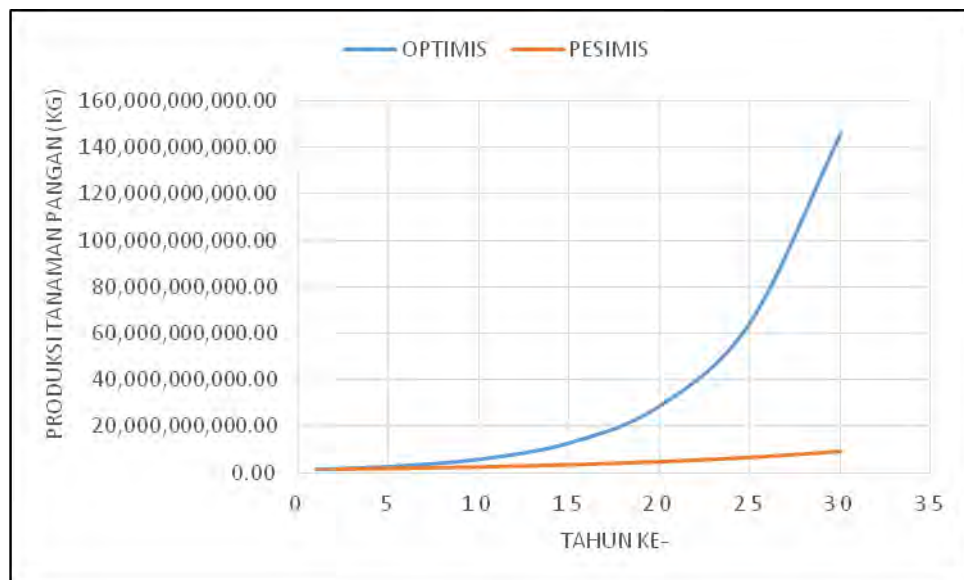
a. Produksi Tanaman Pangan

Tabel 4.14. Perbandingan pertumbuhan kondisi produksi tanaman pangan sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	JUMLAH PRODUKSI(KG)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	1,300,000,000.00	1,300,000,000.00	1,300,000,000.00
2	1,529,725,476.08	1,668,392,142.86	1,391,058,809.31
3	1,800,046,178.62	2,141,178,724.88	1,488,495,854.60
4	2,118,135,767.40	2,747,942,893.11	1,592,757,900.93
5	2,492,435,573.29	3,526,651,024.53	1,704,323,007.11
10	5,623,085,371.30	12,278,248,100.73	2,390,906,538.80
15	12,686,020,627.43	42,747,460,799.05	3,354,079,041.51
20	28,620,429,664.17	148,827,861,253.07	4,705,263,896.91
25	64,569,420,012.06	518,153,169,127.11	6,600,771,200.43
30	145,672,516,088.72	1,803,981,488,519.39	9,259,880,295.23



Gambar 4.20 .Grafik Perbandingan Produksi tanaman Pangan Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*



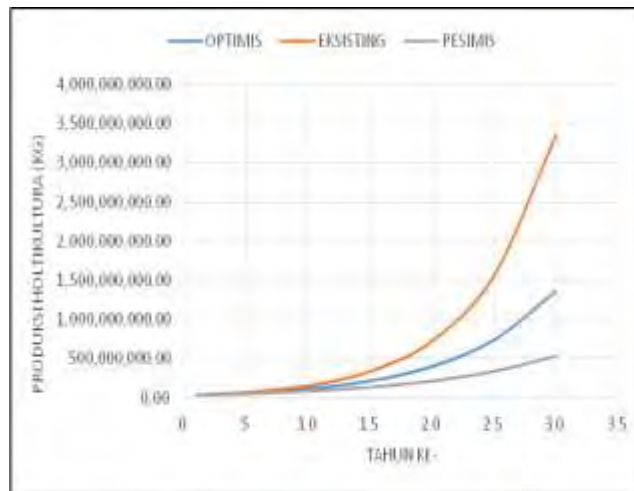
Gambar 4.21 .Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Produksi Tanaman Pangan Situbondo setelah adanya *smelter*

Produksi tanaman pangan dari ketiga kondisi baik eksisting, optimis dan pesimis mengalami peningkatan hanya jumlah rata-rata peningkatannya yang berbeda. Produksi tanaman pangan kondisi eksisting lebih tinggi 46,12% dibandingkan kondisi optimis dan 60,85% lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi pesimis. Sedangkan kondisi pesimis jauh lebih rendah 14,73% dibandingkan kondisi optimis. Jumlah produksi tanaman pangan kondisi eksisting selama 30 tahun lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

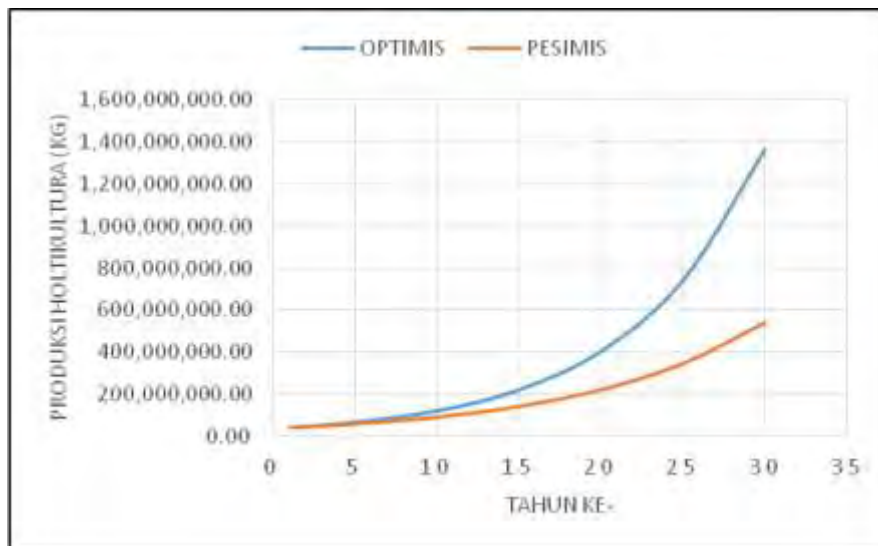
b. Produksi Tanaman Holtikultura

Tabel 4.15. Perbandingan pertumbuhan produksi tanaman holtikultura Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	PRODUKSI TANAMAN HOLTIKULTURA (KG)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	40,000,000.00	40,000,000.00	40,000,000.00
2	45,174,844.44	46,597,066.67	43,752,622.22
3	51,019,164.26	54,282,165.55	47,857,298.78
4	57,619,570.23	63,234,742.17	52,347,057.86
5	65,073,878.06	73,663,837.42	57,258,026.17
10	119,561,143.88	158,032,814.13	89,651,353.25
15	219,671,357.41	339,031,622.82	140,370,978.13
20	403,605,249.20	727,332,749.87	219,784,875.37
25	741,549,554.29	1,560,364,560.19	344,126,628.50
30	1,362,459,340.06	3,347,487,874.22	538,813,857.16



Gambar 4.22 .Grafik Perbandingan Produksi Holtikultura sebelum dan setelah adanya *smelter*



Gambar 4.23 .Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis Produksi Holtikultura Situbondo setelah adanya *smelter*

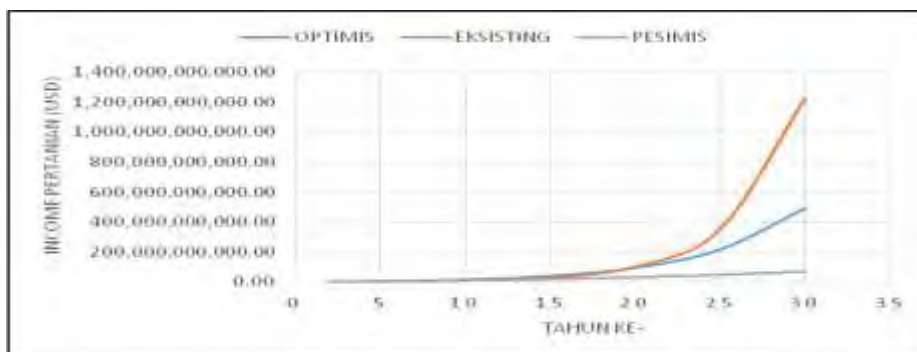
Jumlah produksi tanaman holtikultura dari kondisi eksisting, optimis dan pesimis mengalami kenaikan dari tahun ke 1- sampai tahun ke-30. Produksi holtikultura kondisi eksisting 24,54% lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan 39,09% lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis. Sedangkan kondisi pesimis

14,55% lebih rendah dibandingkan kondisi optimis. Jumlah produksi tanaman hortikultura kondisi eksisting selama 30 tahun lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

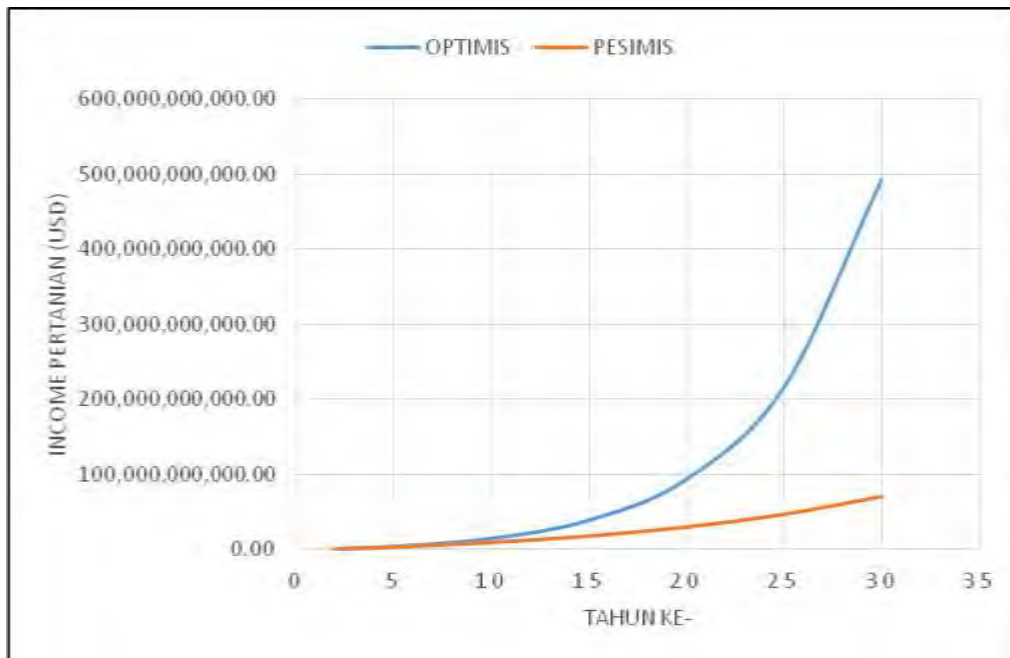
c. *Income* Pertanian

Tabel 4.16.Perbandingan pertumbuhan *Income* pertanian Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	INCOME PERTANIAN (USD)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	0	0	0
2	791,999,999.40	792,000,000.00	791,999,999.40
3	1,723,387,737.78	1,331,814,405.71	1,639,761,071.05
4	2,818,721,193.63	1,833,717,646.88	2,547,215,772.85
5	4,106,888,524.54	2,401,223,217.27	3,518,574,630.16
10	14,862,913,260.72	8,401,259,030.39	9,503,361,773.41
15	39,076,246,413.11	29,167,488,076.98	17,915,983,563.60
20	93,605,779,614.94	101,370,701,704.71	29,744,035,077.50
25	216,449,097,585.83	352,547,038,715.68	46,378,363,002.66
30	493,262,895,365.10	1,226,596,032,574.24	69,778,570,230.89



Gambar 4.24 .Grafik Perbandingan *Income* Pertanian Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*



Gambar 4.25 .Grafik Perbandingan skenario Optimis dan Pesimis *Income* Pertanian Situbondo setelah adanya *smelter*

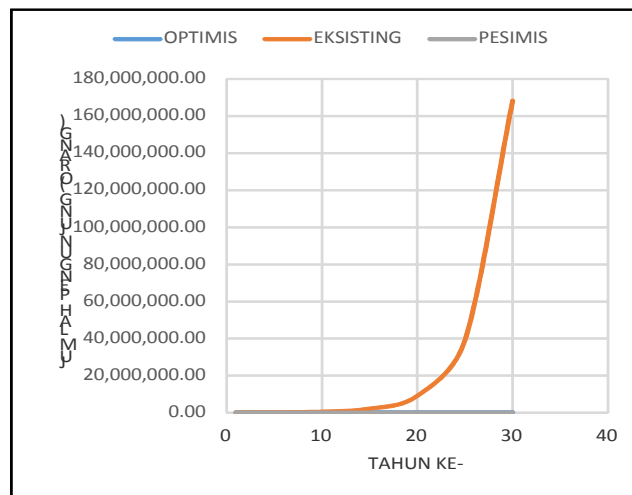
Income pertanian kondisi eksisting, optimis dan pesimis terus mengalami peningkatan dengan nilai eksisting yang lebih tinggi secara umum di bandingkan kedua kondisi lainnya. Untuk kondisi optimis, sampai dengan tahun ke-15, *income* pertanian kondisi optimis lebih tinggi di bandingkan kondisi eksisting dan dari tahun ke-20 sampai dengan tahun ke-30 lebih rendah di bandingkan kondisi eksisting. Sedangkan untuk kondisi pesimis sampai dengan tahun ke-10, *income* perikanan kondisi optimis lebih tinggi di bandingkan kondisi eksisting dan dari tahun ke-15 sampai dengan tahun ke-30 lebih rendah di bandingkan kondisi eksisting. Rata-rata pertumbuhan *income* pertanian kondisi eksisting lebih rendah 17,67% dibandingkan kondisi optimis dan lebih tinggi 18,75% di bandingkan dnegan kondisi pesimis. Dan kondisi pesimis jauh lebih rendah 36,41% dibandingkan dengan kondisi optimis. Jumlah *income* pertanian selama 30 tahun kondisi eksisting lebih besar dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

4.7.3. Hasil *Running* Taman Nasional Baluran

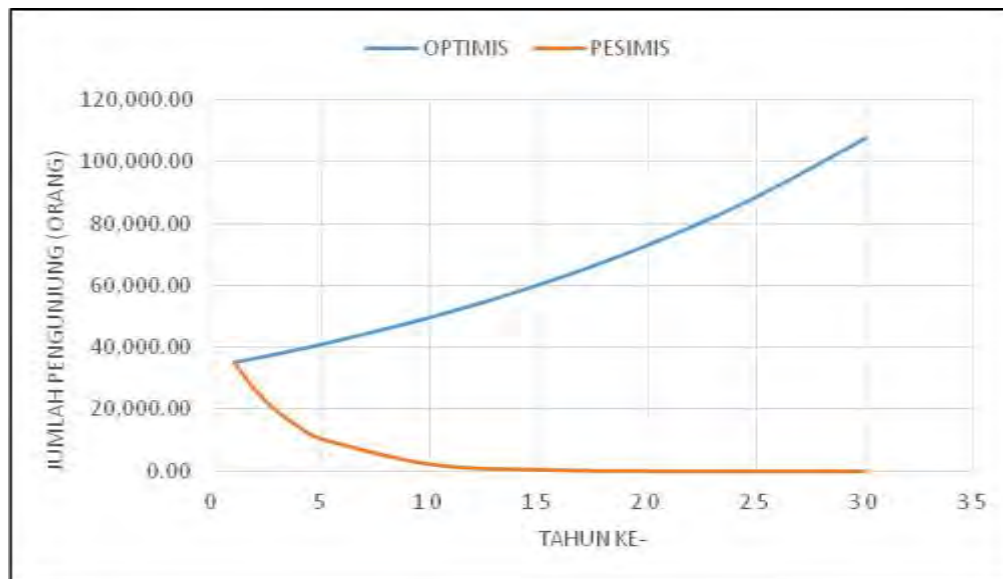
a. Jumlah Pengunjung

Tabel 4.17.Perbandingan pertumbuhan jumlah pengunjung Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter*

TAHUN	JUMLAH PENGUNJUNG (ORANG)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	35,000.00	35,000.00	35,000.00
2	36,384.25	46,884.25	25,884.25
3	37,823.25	62,803.80	19,142.70
4	39,319.16	84,128.83	14,156.98
5	40,874.23	112,694.77	10,469.80
10	49,622.25	486,069.54	2,316.20
15	60,242.56	2,096,491.21	512.41
20	73,135.85	9,042,482.77	113.36
25	88,788.60	39,001,591.87	25.08
30	107,791.41	168,219,747.55	5.55



Gambar 4.26 .Grafik Perbandingan Jumlah Pengunjung Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter*



Gambar 4.27 .Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan pesimis Jumlah Pengunjung Taman Nasional Baluran setelah adanya *smelter*.

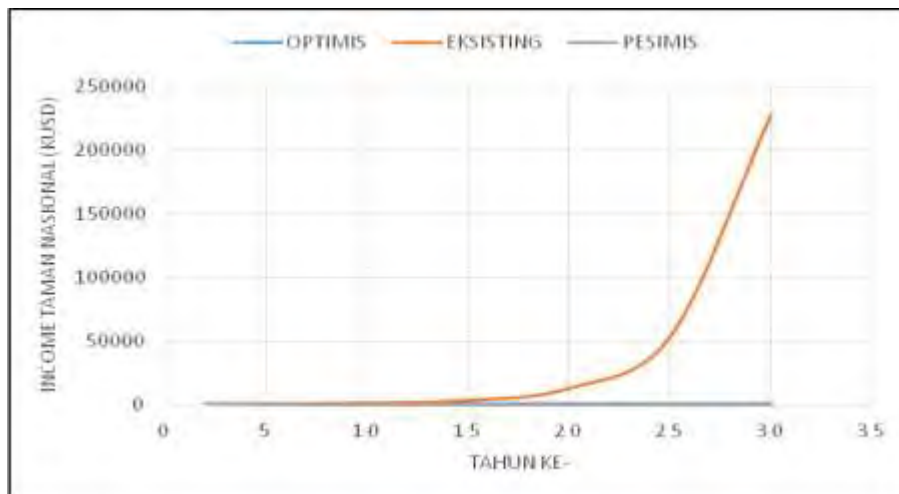
Jumlah pengunjung pada kondisi eksisting dan optimis mengalami peningkatan dari tahun ke-1 hingga tahun ke-30. Sedangkan jumlah pengunjung kondisi pesimis menurun dari tahun ke tahun dengan jumlah pengunjung tahun pertama sama dengan jumlah pengunjung kondisi eksisting dan pesimis. Jumlah pengunjung kondisi eksisting lebih banyak 66,5% dibandingkan kondisi optimis dan 78,77% dibandingkan kondisi pesimis. Dan kondisi pesimis 12,27% lebih rendah dibandingkan kondisi optimis. Total jumlah pengunjung selama 30 tahun kondisi eksisting lebih banyak dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

b. *Income* Taman Nasional

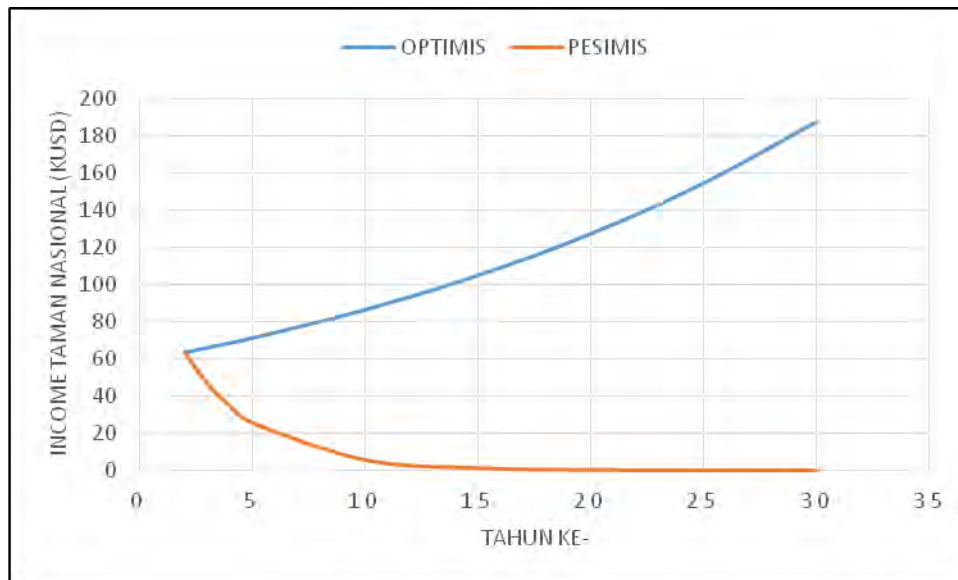
- *Income* Taman Nasional dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di *smelter* = 500 pekerja

Tabel 4.18.Perbandingan pertumbuhan *income* Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)

TAHUN	INCOME TAMAN NASIONAL (KUSD)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	0	0	0
2	63.44	63.44	63.44
3	65.95	84.98	46.92
4	68.56	113.84	34.7
5	71.27	152.49	25.66
10	86.52	657.71	5.68
15	105.04	2,836.80	1.26
20	127.52	12,235.54	0.28
25	154.81	52,773.74	0.06
30	187.95	227,621.11	0.01



Gambar 4.28 .Grafik Perbandingan *Income* Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)



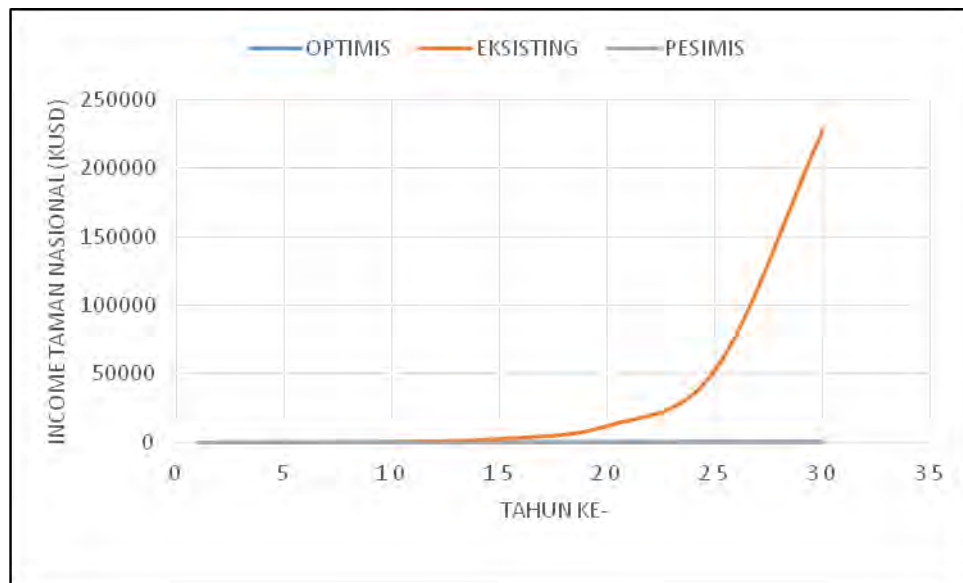
Gambar 4.29 .Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis *Income* Taman Nasional Baluran setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)

- *Income* Taman Nasional dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di *smelter* = 1000 pekerja

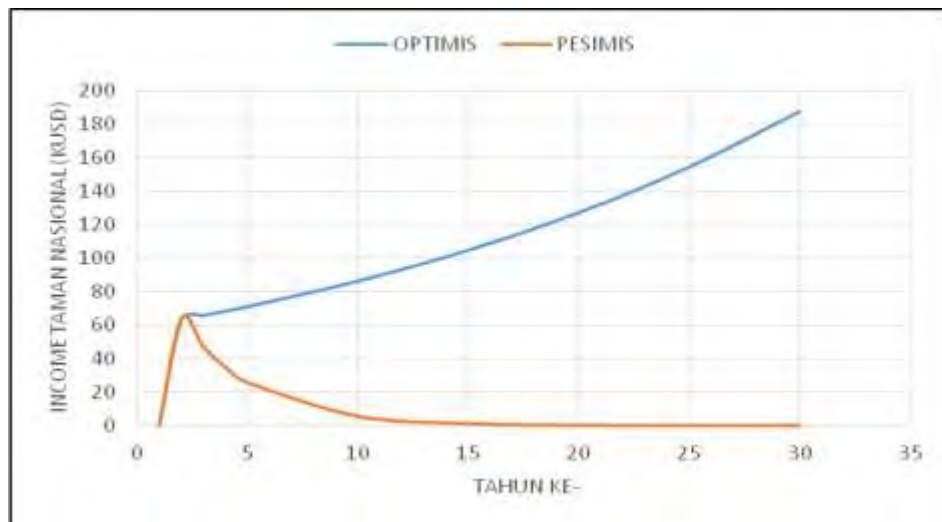
Tabel 4.19.Perbandingan pertumbuhan *income* Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)

TAHUN	INCOME TAMAN NASIONAL (KUSD)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	0	0	0
2	63.44	63.44	63.44
3	65.95	84.98	46.92
4	68.56	113.84	34.7
5	71.27	152.49	25.66
10	86.52	657.71	5.68
15	105.04	2,836.80	1.26

20	127.52	12,235.54	0.28
25	154.81	52,773.74	0.06
30	187.95	227,621.11	0.01



Gambar 4.30 .Grafik Perbandingan *Income* Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)



Gambar 4.31 .Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis *Income* Taman Nasional Baluran setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)

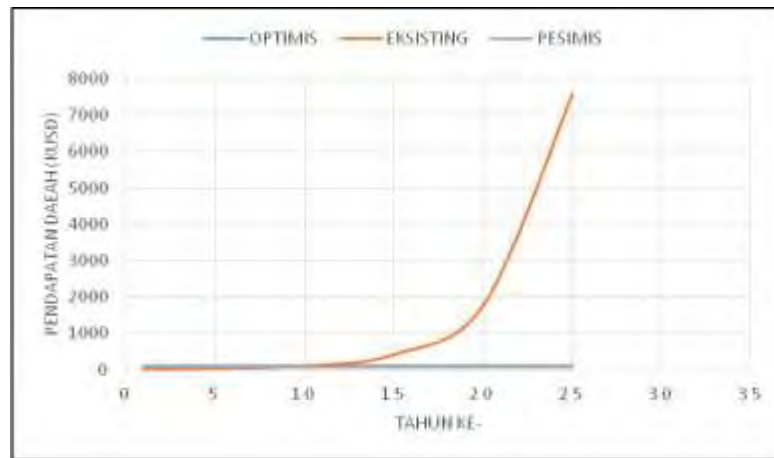
Income Taman Nasional kondisi eksisting, optimis sama sama mengalami kenaikan baik kondisi pekerja *smelter* yang direkrut sebanyak 500 pekerja atau 1000 pekerja dari warga Banyuputih atau Situbondo. Sedangkan untuk kondisi pesimis mengalami penurunan dari tahun ke-2. *Income* kondisi eksisting 66,35% lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan 77,4% lebih tinggi dari kondisi pesimis. Dan kondisi pesimis lebih rendah 11,05% dibandingkan kondisi optimis. *Income* Taman Nasional Baluran kondisi eksisting selama 30 tahun lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

c. Pendapatan Daerah

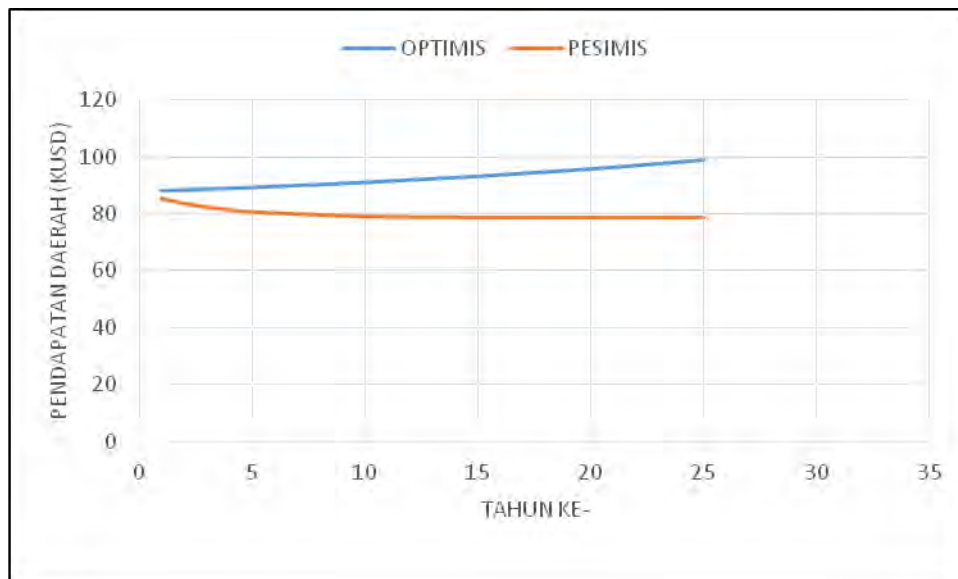
- Pendapatan daerah dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di *smelter* = 500 pekerja

Tabel 4.20. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter* (asumsi 500 pekerja *smelter*)

TAHUN	PENDAPATAN DAERAH (KUSD)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	88.27	16.04	85.5
2	88.54	18.35	83.73
3	88.82	21.44	82.42
4	89.11	25.59	81.45
5	89.41	31.14	80.73
10	91.11	103.7	79.15
15	93.18	416.67	78.8
20	95.68	1,766.56	78.72
25	98.72	7,588.81	78.7
30	-	-	-



Gambar 4.32 .Grafik Perbandingan Pendapatan Daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)



Gambar 4.33 .Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah Situbondo setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)

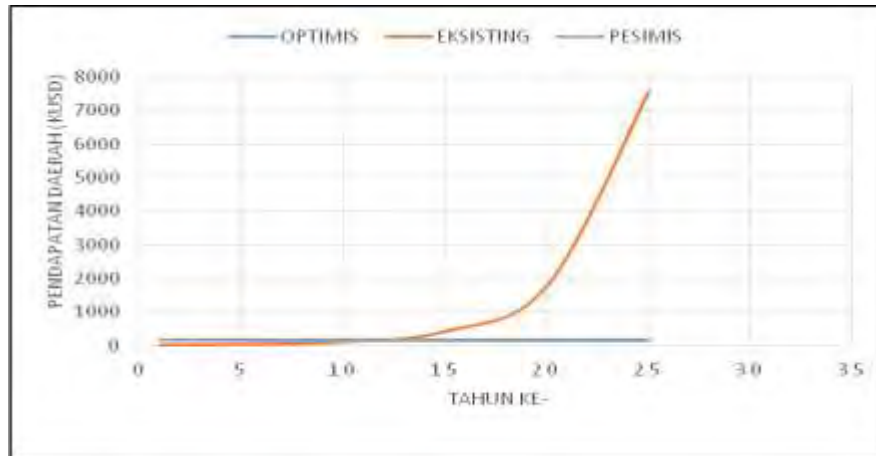
Pendapatan daerah dengan asumsi 500 pekerja smelter dari kondisi eksisting dan optimis sama sama mengalami peningkatan. Namun tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-5, pendapatan daerah kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi eksisting dan tahun berikutnya tahun ke-10 sampai dengan tahun ke-30 pendapatan

daerah kondisi eksisting lebih tinggi daripada kondisi optimis. Sedangkan kondisi pesimis mengalami penurunan namun dari tahun ke-1 sampai tahun ke-5, pendapatan kondisi pesimis lebih tinggi dibandingkan kondisi eksisting dan tahun selanjutnya lebih rendah dari kondisi eksisting. Rata-rata pertumbuhan pendapatan daerah kondisi eksisting lebih rendah 94,34% dari kondisi optimis dan 79,88% lebih rendah dari kondisi pesimis. Dan kondisi rata-rata optimis lebih tinggi 14,45% dari kondisi pesimis. Jumlah pendapatan daerah dengan asumsi 500 pekerja *smelter* selama 30 tahun kondisi eksisting lebih besar dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih besar daripada kondisi pesimis.

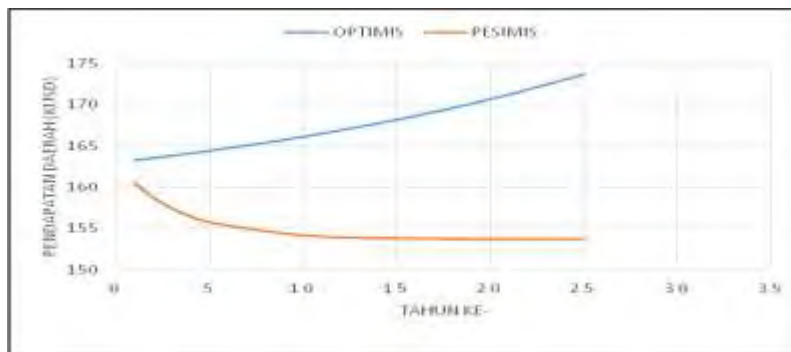
- Pendapatan daerah dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di *smelter* = 1000 pekerja

Tabel 4.21. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter* (asumsi 1000 pekerja *smelter*)

TAHUN	PENDAPATAN DAERAH (KUSD)		
	OPTIMIS	EKSISTING	PESIMIS
1	163.27	16.04	160.5
2	163.54	18.35	158.73
3	163.82	21.44	157.42
4	164.11	25.59	156.45
5	164.41	31.14	155.73
10	166.11	103.7	154.15
15	168.18	416.67	153.8
20	170.68	1,766.56	153.72
25	173.72	7,588.81	153.7
30	-	-	-



Gambar 4.34 .Grafik Perbandingan Pendapatan Daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)



Gambar 4.35 .Grafik Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah Situbondo setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)

Pendapatan daerah dengan asumsi 1000 pekerja *smelter* dari kondisi eksisting dan optimis sama sama mengalami peningkatan. Namun tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-10, pendapatan daerah kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi eksisting dan tahun berikutnya tahun ke-15 sampai dengan tahun ke-30 pendapatan daerah kondisi eksisting lebih tinggi daripada kondisi optimis. Sedangkan kondisi pesimis mengalami penurunan namun dari tahun ke-1 sampai tahun ke-10, pendapatan kondisi pesimis lebih tinggi dibandingkan kondisi eksisting dan tahun

selanjutnya lebih rendah dari kondisi eksisting . Rata-rata pendapatan daerah kondisi kondisi eksisting lebih rendah 248,57% dari kondisi optimis dan 234,11% lebih rendah dari kondisi pesimis. Dan kondisi optimis lebih tinggi 14,45% dari kondisi pesimis. Jumlah pendapatan daerah dengan asumsi 1000 pekerja smelter selama 30 tahun kondisi eksisting lebih besar dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih besar daripada kondisi pesimis.

4.8. Formulasi Limbah dan Hasil *Running Stela* dengan Validasi Sebaran Panas

Untuk model dengan validasi sebaran panas ini hanya *dirunning* untuk kondisi perkembangan sektor perikanan dan Taman Nasional Baluran karena yang mendapat pengaruh limbah panas adalah 2 sektor tersebut. Pertama di lakukan validasi arus di daerah rencana pembangunan *smelter* dengan pemodelan numerik. Data-data yang digunakan dalam model meliputi peta bathimetri, pasang surut air laut, suhu ambien air laut dan plan kanal yang di buat oleh peneliti.

4.8.1. Pemodelan Arus dan Validasi dengan pemodelan numerik

Pemodelan arus menggunakan data pasang surut yang diolah dengan pemodelan numerik , kami validasi dengan hasil pengukuran arus di lapangan. Pendekatan dengan pemodelan numerik mendekati hasil pengukuran arus dengan nilai *eddy viscosity* 0.28 dan *bed resistance* 29 dengan error kondisi arus di lapangan dengan hasil pemodelan sebesar 10.25%.. Model ini adalah model pendukung yang hasilnya akan di gunakan dalam formulasi sistem dinamik pengaruh limbah panas.



Gambar 4.36. Bed Resistance dan Eddy Viscosity Hasil Pengukuran dan Pemodelan

Selanjutnya skenario yang dibuat adalah terkait pengaturan kanal pendingin jika *smelter* ini berdiri. Variasi lebar kanal ini berdasarkan penelitian mahasiswa UI tentang model sebaran panas air kanal pendingin instalasi Pembangkit Listrik ke badan air laut (Cahyana, Chevy.2011). Variabel yang akan di skenariokan adalah sebagai berikut

- Lebar Kanal : 20,60 m
- Debit Aliran : 60,180 m³/s
- Suhu air yang keluar dari kanal : 30,35,40 °C

Dengan pembagian dalam skenario sebagai berikut

Tabel 4.22. Pembagian skenario dengan variasi kanal

Skenario	Lebar kanal (m)	Debit aliran (m ³ /s)	Suhu air dari kanal (°C)	Limbah yang lain
Optimis 30°	60	60	30	Logam berat : 0.3 SO ₂ : 0.3
Optimis 35°	60	60	35	Logam berat : 0.3 SO ₂ : 0.3
Pesimis 35°	60	60	35	Logam berat : 0.6

				SO ₂ : 0.6
Pesimis 40°	20	180	40	Logam berat : 0.6 SO ₂ : 0.6

Untuk skenario optimis di bagi menjadi 2

- Optimis 30 dengan lebar kanal dan debit aliran paling memungkinkan sebaran cairan seminimal mungkin yakni paling lebar 60 meter dan debit paling kecil 60 m³/s dan suhu kanal 30 °C. Organisme perairan seperti ikan maupun udang mampu hidup baik pada kisaran suhu 20-30°C. Perubahan suhu di bawah 20°C atau di atas 30°C menyebabkan ikan mengalami stres yang biasanya diikuti oleh menurunnya daya cerna (Trubus Edisi 425, 2005).
- Optimis 35 jika suhu panas di atas ambang batas ikan untuk menerimanya, kami asumsikan 5°C di atas batas maksimal yakni 35°C.

Untuk skenario pesimis di bagi menjadi 2

- Pesimis 35 dengan lebar kanal, debit kanal dan suhu sama dengan optimis 35 sedangkan limbah yang lain seperti logam berat dan SO₂ sesuai dengan skenario pesimis yang sebelumnya.
- Pesimis 40 dengan lebar kanal paling kecil yaitu 20 meter dan debit aliran paling besar yaitu 180 m³/s. Suhu kanal kami buat 10°C di atas batas maksimal yakni 40°C

Output luas sebaran panas dengan menggunakan pemodelan numerik ini , nantinya akan menjadi salah satu input dalam variabel *running stela* yakni sub skenario kondisi perikanan(ikan tangkap) dengan asumsi perhitungan sebagai berikut

Total tangkapan ikan rata-rata = 6.011.550 Kg

Tangkapan ikan di kecamatan Banyuputih = 1.734.650 Kg = 28.8% tangkapan total situbondo

Luas tangkapan ikan Banyuputih = 28.8/100 x 132 km²

$$= 38.08 \text{ km}^2$$

Maka,

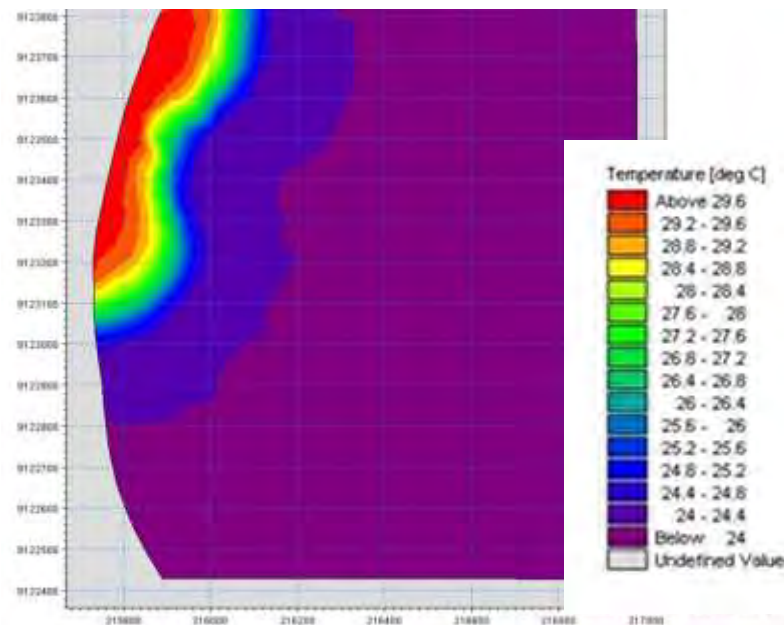
Pengaruh Penurunan Tangkapan perikanan

$$= \frac{(\text{total tangkapan Banyuputih} - \text{Jumlah Tangkapan setelah ada limbah})}{\text{Total Tangkapan kecamatan Banyuputih}}$$

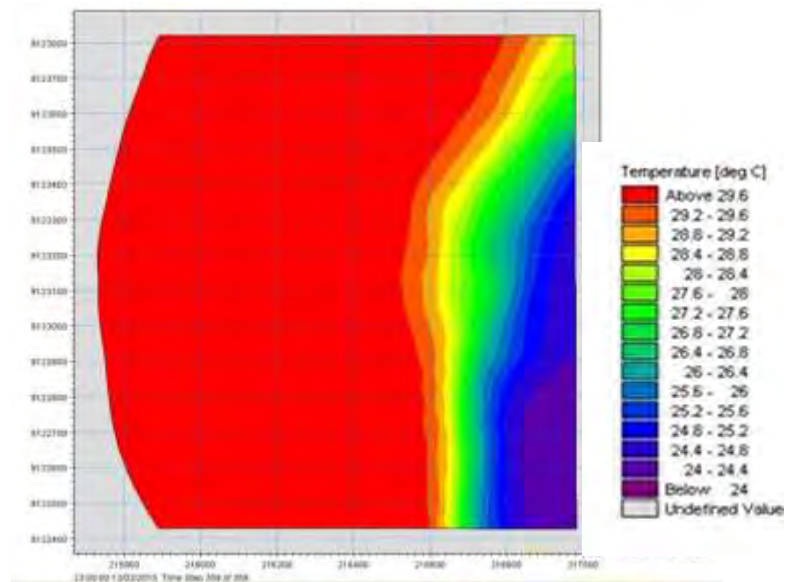
4.8.2. Sebaran Panas Dari Kanal Pendingin

a. Kanal Skenario Optimis

Kanal 60 meter, Debit Aliran 60 m³/s dan suhu 30 °C



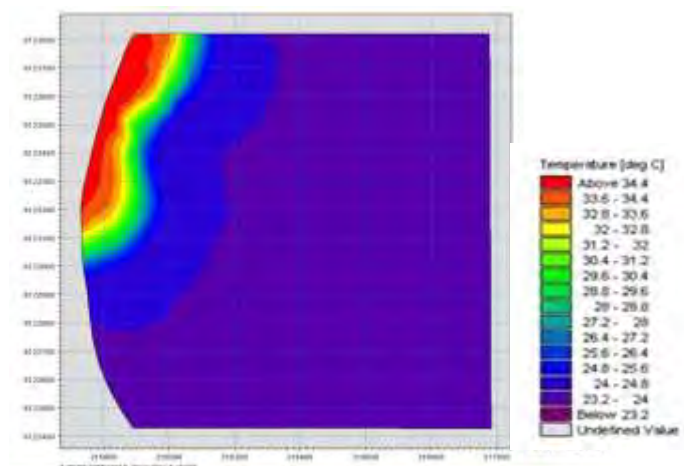
Gambar 4.37 Sebaran panas Kanal 60 suhu 30°C step



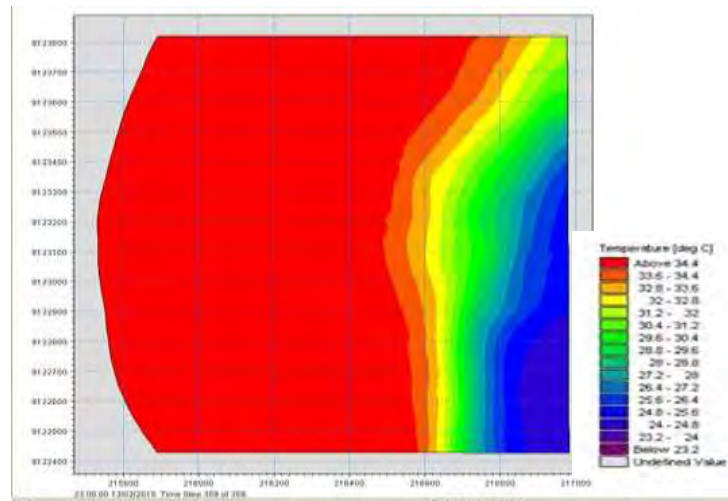
Gambar 4.38 Sebaran panas Kanal 60 suhu 30°C step 359

Luas yang di hitung adalah luas daerah yang suhunya di atas batas kemampuan ikan untuk hidup yaitu di atas 30°C sekitar 31,2 °C. Untuk Optimis 30 ini, tidak ada daerah yang terpapar suhu lebih dari 30°C sehingga pengaruh penurunan tangkapan perikanan akibat limbah panas adalah 0 atau tidak akan berpengaruh terhadap ikan di sekitarnya.

Kanal 60 meter, Debit Aliran 60 m³/s dan suhu 35 °C



Gambar 4.39 Sebaran panas Kanal 60 suhu 35°C step 1



Gambar 4.40 Sebaran panas Kanal 60 suhu 35°C step 359

Hasil perhitungan luas daerah yang terpapar suhu di atas 31,2 °C adalah 2,08088829 Km². Sehingga,

$$\text{Penurunan Luas Tangkapan} = 38,08 - 2,08088829 = 35,99911171 \text{ Km}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tangkapan setelah ada limbah} &= 35,99911171 \text{ Km}^2 \times 45.542,045455 \text{ kg/ Km}^2 \\ &= 1.639.473,1818 \text{ Kg} \end{aligned}$$

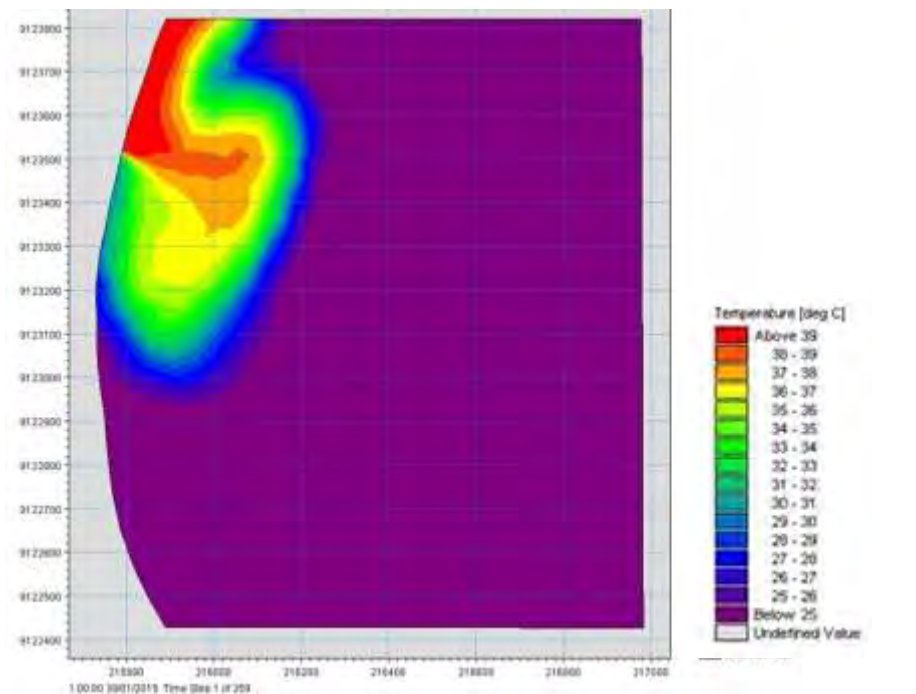
Pengaruh Penurunan Tangkapan perikanan

$$= \frac{(\text{total tangkapan Banyuputih} - \text{Jumlah Tangkapan setelah ada limbah 'A'})}{\text{Total Tangkapan kecamatan Banyuputih}}$$

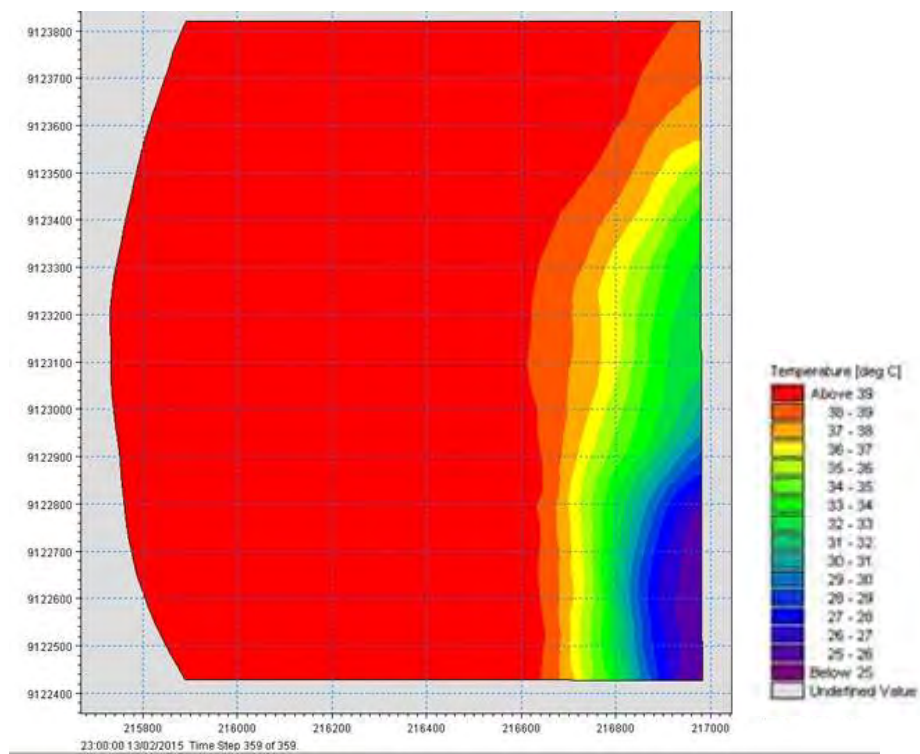
$$\begin{aligned} \text{Pengaruh Penurunan Tangkapan perikanan} &= \frac{(1.734.650 - 1.639.473,1818)}{1.734.650} \\ &= 0,054868 \end{aligned}$$

b. Kanal Skenario Pesimis

Kanal 20 meter, Debit Aliran 180 m³/s dan suhu 40 °C



Gambar 4.41 Sebaran panas Kanal 20 suhu 40°C step 1



Gambar 4.42 Sebaran panas Kanal 20 suhu 40°C step 359

Hasil perhitungan luas daerah yang terpapar suhu di atas 31,2 °C adalah 2,2347329 Km². Sehingga,

$$\text{Penurunan Luas Tangkapan} = 38,08 - 2,2347329 = 35,8452671 \text{ Km}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tangkapan setelah ada limbah} &= 35,8452671 \text{ Km}^2 \times 45.542,045455 \text{ kg/ Km}^2 \\ &= 1.632.466,7836 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Pengaruh Penurunan Tangkapan perikanan

$$= \frac{(\text{total tangkapan Banyuputih} - \text{Jumlah Tangkapan setelah ada limbah 'A'})}{\text{Total Tangkapan kecamatan Banyuputih}}$$

$$\text{Pengaruh Penurunan Tangkapan perikanan} = \frac{(1.734.650 - 1.632.466,7836)}{1.734.650}$$

$$= 0,0589$$

4.8.3. Hasil *Running Model Stela* dengan Validasi Sebaran Panas

Berikut ini adalah nilai pengaruh setiap limbah yang dimasukkan ke dalam *running stela* dengan validasi sebaran panas

Tabel 4.23. Pengaruh limbah dalam skenario *stela* dengan validasi sebaran panas

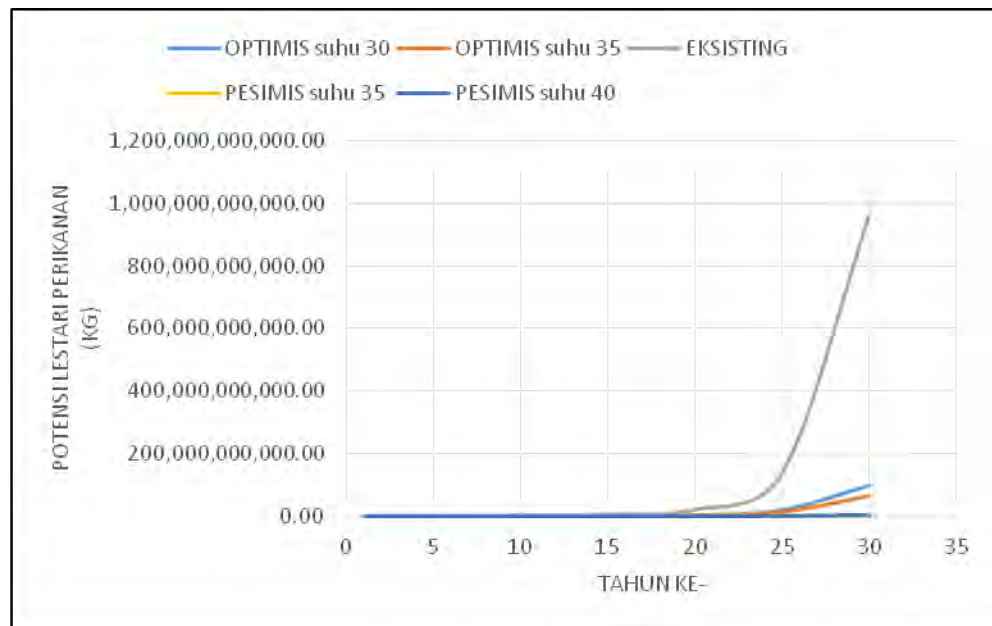
Skenario	Limbah		
	Logam berat	Panas	SO ₂
Eksisting	0	0	0
Optimis 30	0.3	0	0.3
Optimis 35	0.3	0,054868	0.3
Pesimis 35	0.6	0,054868	0.6
Pesimis 40	0.6	0,0589	0.6

a. Hasil *Running* Perikanan

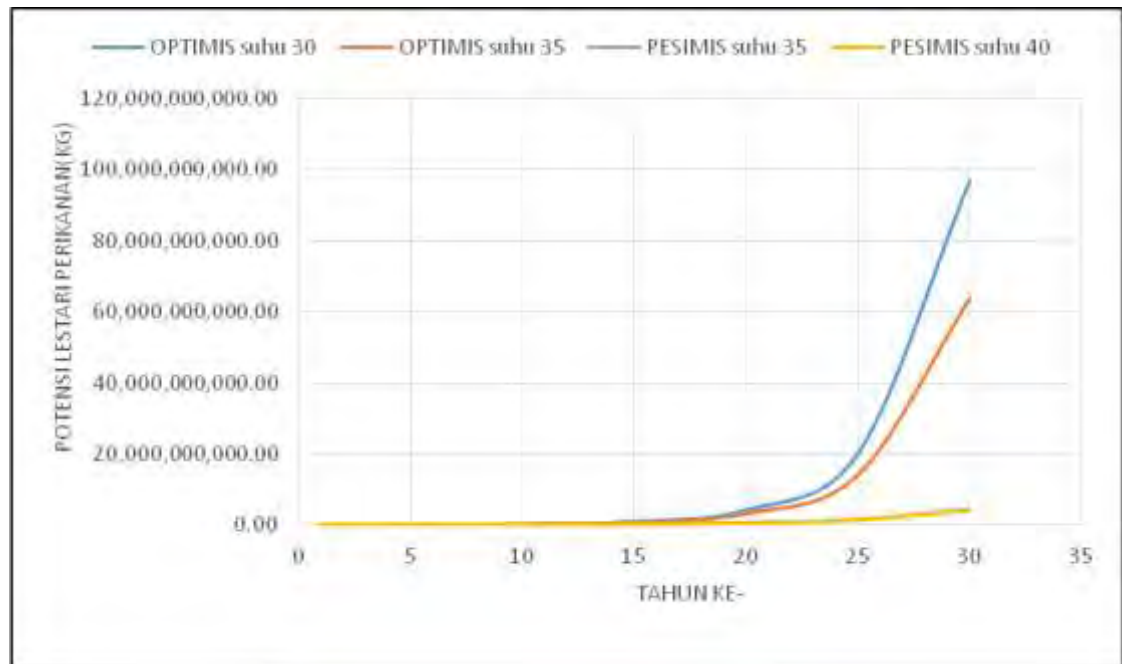
a.1. Potensi Lestari Perikanan

Tabel 4.24. Perbandingan Potensi Lestari Perikanan sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan Validasi Sebaran Panas

TAHUN	POTENSI LESTARI PERIKANAN (KG)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	16,000,000.00	16,000,000.00	16,000,000.00	16,000,000.00	16,000,000.00
2	19,791,333.33	19,498,704.00	21,498,000.00	17,792,037.33	17,770,533.33
3	24,990,515.11	24,232,604.45	29,624,044.00	20,025,592.05	19,974,906.35
4	32,120,326.39	30,637,780.06	41,634,337.03	22,809,444.01	22,719,424.24
5	41,897,674.25	39,304,264.49	59,385,550.13	26,279,174.00	26,136,440.49
10	180,901,711.71	156,710,933.31	391,618,920.84	61,521,377.86	60,715,010.67
15	855,030,040.73	689,128,486.04	2,734,851,639.00	167,522,575.12	164,160,587.64
20	4,124,352,373.55	3,103,543,725.66	19,261,606,792.11	486,352,063.35	473,629,352.13
25	19,979,595,441. 88	14,052,470,783. 80	135,824,350,976. 62	1,445,324,652. 31	1,399,439,029. 15
30	96,872,818,918. 68	63,703,832,222. 28	957,938,141,974. 69	4,329,714,146. 77	4,169,099,997. 93



Gambar 4.43. Perbandingan Potensi Lestari Perikanan sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas



Potensi lestari perikanan dari kondisi eksisting, optimis, dan pesimis mengalami kenaikan dari tahun ke tahun dengan nilai eksisting yang lebih tinggi dari optimis dan potensi lestari perikanan kondisi optimis 30 lebih

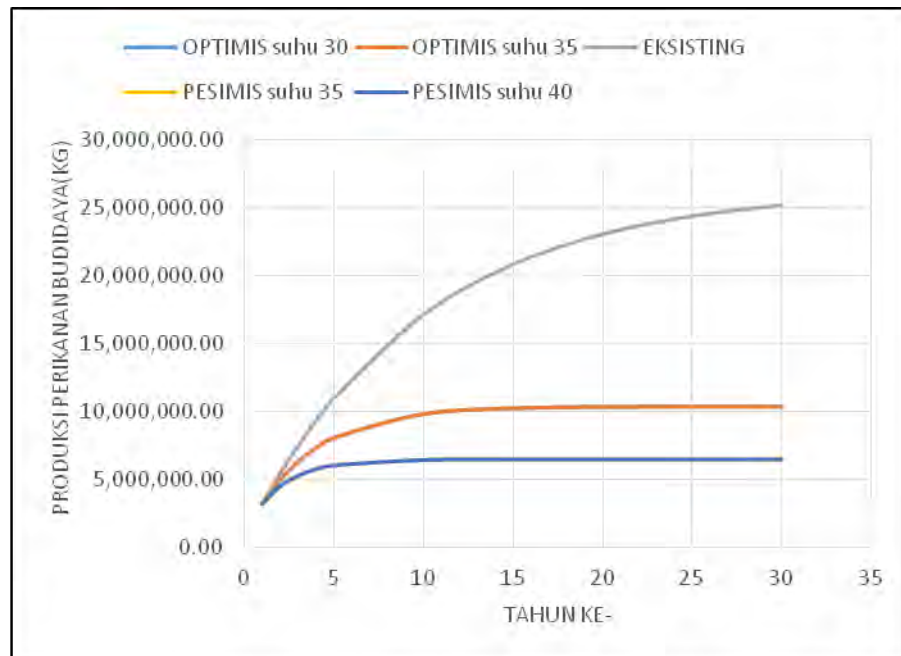
tinggi dari optimis 35. Sedangkan potensi lestari perikanan kondisi pesimis 35 lebih tinggi dari kondisi pesimis 40.

Rata-rata kondisi eksisting lebih tinggi 45,22% dibandingkan dengan optimis 30, lebih tinggi 48,94% dibandingkan dengan optimis 35 dan lebih tinggi 62,47% di bandingkan kondisi pesimis 35 dan 62,59% lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis 40. Optimis 30 lebih tinggi 3,72% dari kondisi optimis 35, lebih tinggi 17,25% dari kondisi pesimis 35 dan 17,37% lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis 40. Sedangkan optimis 35 lebih tinggi 13,53% dari kondisi pesimis 35 dan 13,65% lebih tinggi dari pesimis 40. Jumlah potensi lestari perikanan selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dari kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dari kondisi pesimis.

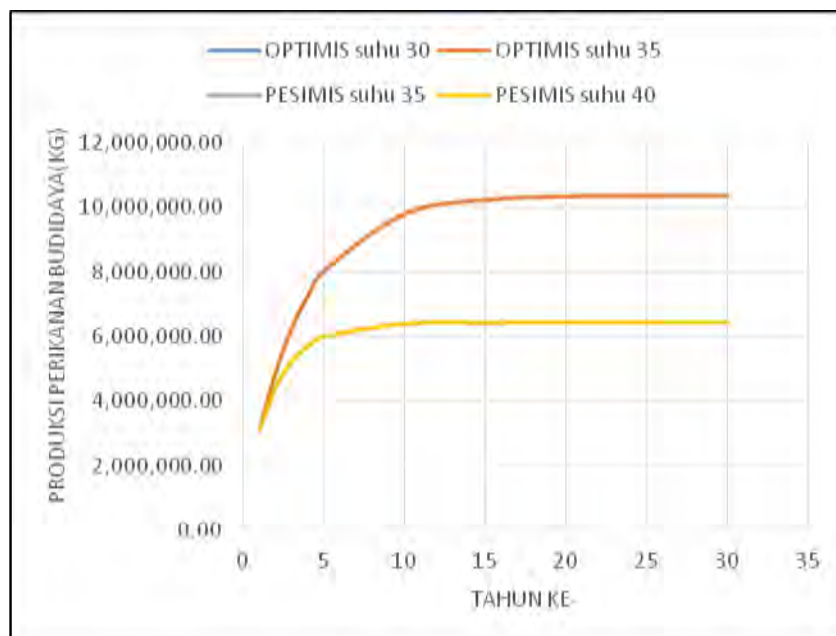
a.2. Produksi Perikanan Budidaya

Tabel 4.25. Perbandingan Produksi Perikanan Budidaya sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan Validasi Limbah Panas

TAHUN	PRODUKSI PERIKANAN BUDIDAYA (KG)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	3,139,580.00	3,139,580.00	3,139,580.00	3,139,580.00	3,139,580.00
2	4,924,040.44	4,924,040.44	5,394,977.44	4,453,103.44	4,453,103.44
3	6,267,939.91	6,267,939.91	7,431,855.07	5,245,305.85	5,245,305.85
4	7,280,047.39	7,280,047.39	9,271,384.71	5,723,093.02	5,723,093.02
5	8,042,278.19	8,042,278.19	10,932,686.92	6,011,252.44	6,011,252.44
10	9,804,099.44	9,804,099.44	17,114,905.66	6,414,198.52	6,414,198.52
15	10,230,935.53	10,230,935.53	20,829,006.01	6,446,352.78	6,446,352.78
20	10,334,345.02	10,334,345.02	23,060,331.37	6,448,918.62	6,448,918.62
25	10,359,398.01	10,359,398.01	24,400,847.89	6,449,123.37	6,449,123.37
30	10,365,467.60	10,365,467.60	25,206,191.90	6,449,139.71	6,449,139.71



Gambar 4.45. Perbandingan Produksi Ikan Budidaya sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas



Gambar 4.46. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Produksi Ikan Budidaya setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas

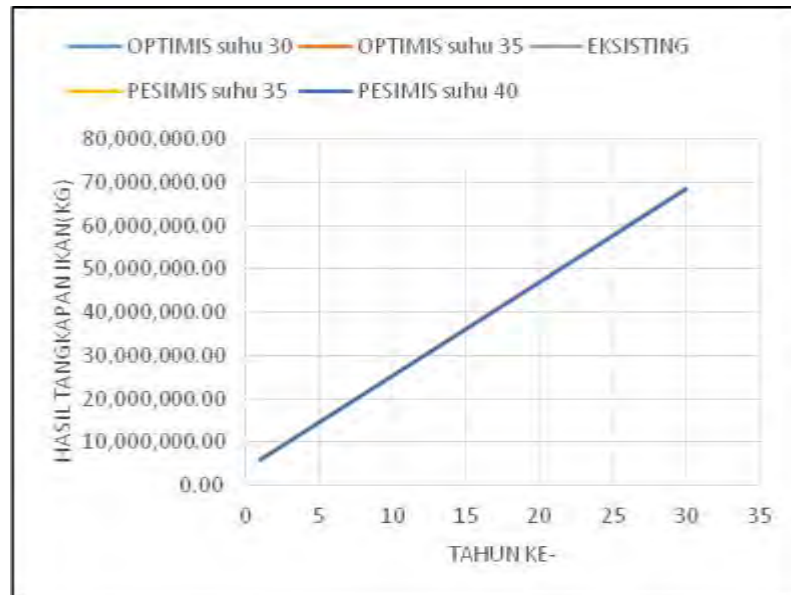
Produksi ikan budidaya dari semua kondisi mengalami peningkatan dan secara umum pertumbuhan pada kondisi eksisting lebih tinggi daripada optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dari kondisi pesimis. Jumlah produksi optimis 30 sama dengan optimis 35 dan pesimis 35 sama dengan pesimis 40.

Rata-rata jumlah produksi kondisi eksisting lebih tinggi 33,75% dari kondisi optimis dan lebih tinggi 48,18% dari kondisi pesimis. Dan kondisi optimis lebih tinggi 14,42% dari kondisi pesimis. Jumlah tangkapan ikan selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dibandingkan kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dari kondisi pesimis.

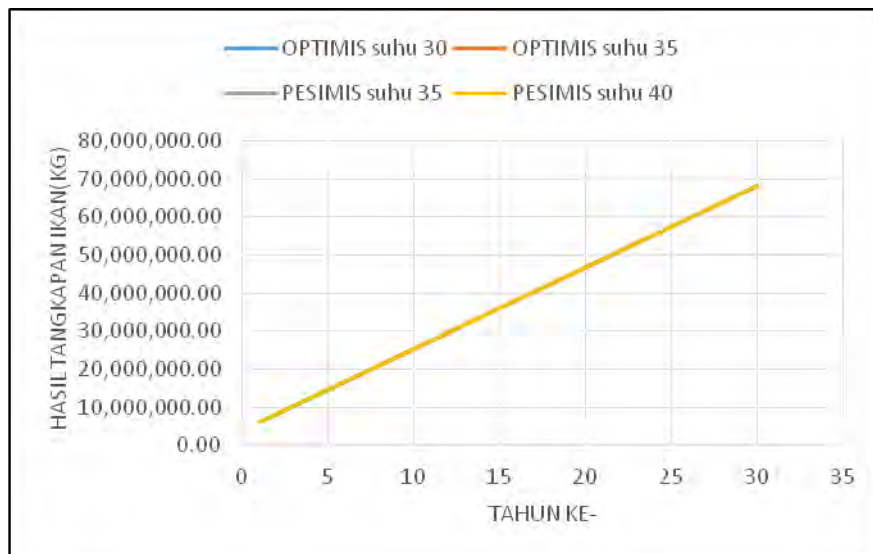
a.3. Hasil Tangkapan Ikan Situbondo

Tabel 4.26. Perbandingan Hasil Tangkapan Ikan Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan Validasi Sebaran Panas

TAHUN	HASIL TANGKAPAN IKAN (KG)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	6,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00	6,000,000.00
2	8,150,000.00	8,150,000.00	8,150,000.00	8,150,000.00	8,150,000.00
3	10,300,000.00	10,300,000.00	10,300,000.00	10,300,000.00	10,300,000.00
4	12,450,000.00	12,450,000.00	12,450,000.00	12,450,000.00	12,450,000.00
5	14,600,000.00	14,600,000.00	14,600,000.00	14,600,000.00	14,600,000.00
10	25,350,000.00	25,350,000.00	25,350,000.00	25,350,000.00	25,350,000.00
15	36,100,000.00	36,100,000.00	36,100,000.00	36,100,000.00	36,100,000.00
20	46,850,000.00	46,850,000.00	46,850,000.00	46,850,000.00	46,850,000.00
25	57,600,000.00	57,600,000.00	57,600,000.00	57,600,000.00	57,600,000.00
30	68,350,000.00	68,350,000.00	68,350,000.00	68,350,000.00	68,350,000.00



Gambar 4.47. Perbandingan Tangkapan Ikan sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas



Gambar 4.48. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Tangkapan Ikan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas

Secara umum, hasil tangkapan ikan dari kelima kondisi mengalami peningkatan hasil dan memiliki jumlah tangkapan yang sama dari tahun ke tahun baik kondisi eksisting, optimis 30, optimis 35, pesimis 35 maupun pesimis 40.

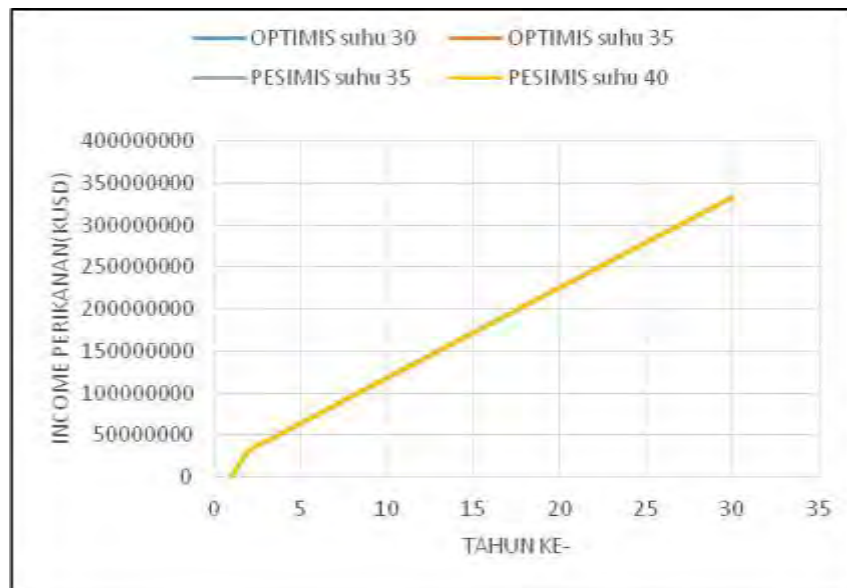
a.4. Income Perikanan

Tabel 4.27. Perbandingan *Income* Perikanan Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan Validasi Sebaran Panas

TAHUN	INCOME PERIKANAN (USD)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	0	0	0	0	0
2	30,784,895.00	30,784,895.00	30,784,895.00	30,784,895.00	30,784,895.00
3	41,981,101.31	41,981,101.31	42,098,835.56	41,863,367.06	41,863,367.06
4	53,067,076.18	53,067,076.18	53,358,054.97	52,811,417.66	52,811,417.66
5	64,070,103.05	64,070,103.05	64,567,937.38	63,680,864.46	63,680,864.46
10	118,404,949.69	118,404,949.69	120,029,301.89	117,597,892.20	117,597,892.20
15	172,296,640.36	172,296,640.36	174,807,440.79	171,361,220.67	171,361,220.67
20	226,080,967.73	226,080,967.73	229,175,117.26	225,112,284.25	225,112,284.25
25	279,839,284.22	279,839,284.22	283,296,199.63	278,862,369.12	278,862,369.12
30	333,591,299.05	333,591,299.05	337,269,135.31	332,612,375.90	332,612,375.90



Gambar 4.49. Perbandingan *Income* Perikanan sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas



Gambar 4.50. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis *Income* Perikanan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas

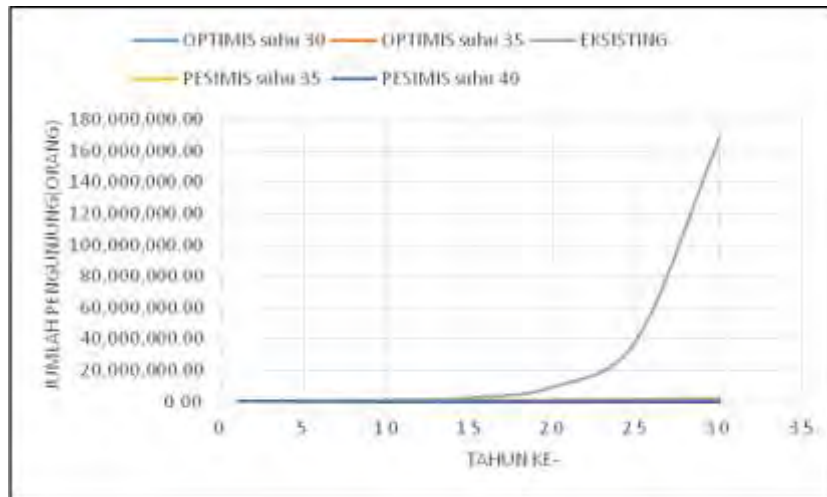
Income perikanan dari semua kondisi cenderung mengalami peningkatan. *Income* perikanan, kondisi eksisting lebih tinggi dari kondisi optimis dan lebih tinggi dari kondisi pesimis. *Income* kondisi optimis 30 sama dengan optimis 35. Rata-rata *income* perikanan kondisi eksisting lebih tinggi 0,89% dari kondisi optimis, lebih tinggi 1,30% dari kondisi pesimis 35 dan pesimis 40. Kondisi optimis lebih tinggi 0,4% dari kondisi pesimis 35 dan dan kondisi pesimis 40. Jumlah *income* kondisi eksisting selama 30 tahun lebih tinggi dari kondisi optimis dan kondisi optimis lebih tinggi dibandingkan kondisi pesimis.

b. Hasil *Running* Taman Nasional Baluran

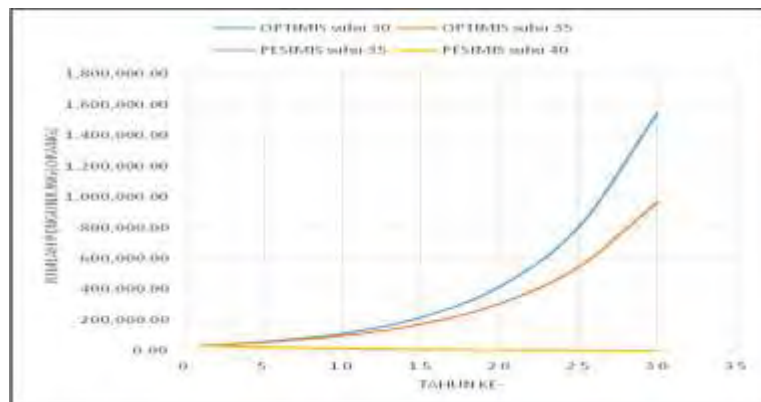
b.1. Jumlah Pengunjung

Tabel 4.28. Perbandingan Jumlah Pengunjung Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas

TAHUN	JUMLAH PENGUNJUNG (ORANG)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	35,000.00	35,000.00	35,000.00	35,000.00	35,000.00
2	39,884.25	39,244.12	46,884.25	32,244.12	32,197.08
3	45,450.10	44,002.89	62,803.80	29,705.24	29,618.63
4	51,792.66	49,338.71	84,128.83	27,366.27	27,246.67
5	59,020.32	55,321.56	112,694.77	25,211.47	25,064.67
10	113,414.48	98,045.42	486,069.54	16,730.57	16,512.18
15	217,939.24	173,764.19	2,096,491.21	11,102.57	10,877.95
20	418,795.85	307,959.22	9,042,482.77	7,367.77	7,166.21
25	804,765.40	545,790.72	39,001,591.87	4,889.32	4,720.98
30	1,546,451.21	967,295.31	168,219,747.55	3,244.60	3,110.10



Gambar 4.51. Perbandingan Jumlah pengunjung sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas



Gambar 4.52. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Jumlah pengunjung setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas

Jumlah pengunjung dari tahun ke tahun untuk kondisi eksisting dan optimis mengalami peningkatan. Sedangkan kondisi pesimis baik pesimis 35 maupun pesimis

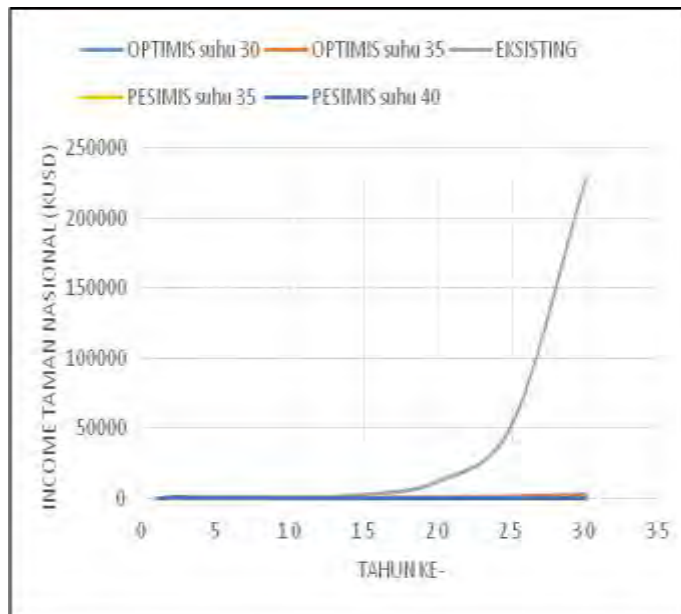
40 mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Rata-rata jumlah pengunjung kondisi eksisting lebih tinggi 58,73% dari kondisi optimis 30, lebih tinggi 60,47% dari kondisi optimis 35, dan lebih tinggi 72,49% dari kondisi pesimis 35 dan 72,55% lebih tinggi dari pesimis 40. Optimis 30 lebih tinggi 13,76% dari kondisi optimis 35, lebih tinggi 13,76% dari kondisi pesimis 35 dan 13,82% lebih tinggi dari pesimis 40. Sedangkan optimis 35 lebih tinggi 12,03% dari kondisi pesimis 35 dan 12,09% lebih tinggi dari pesimis 40. Total jumlah pengunjung selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dari optimis 30, optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35, optimis 35 lebih tinggi dari pesimis 35 dan pesimis 35 lebih tinggi dari pesimis 40.

b.2. *Income* Taman Nasional

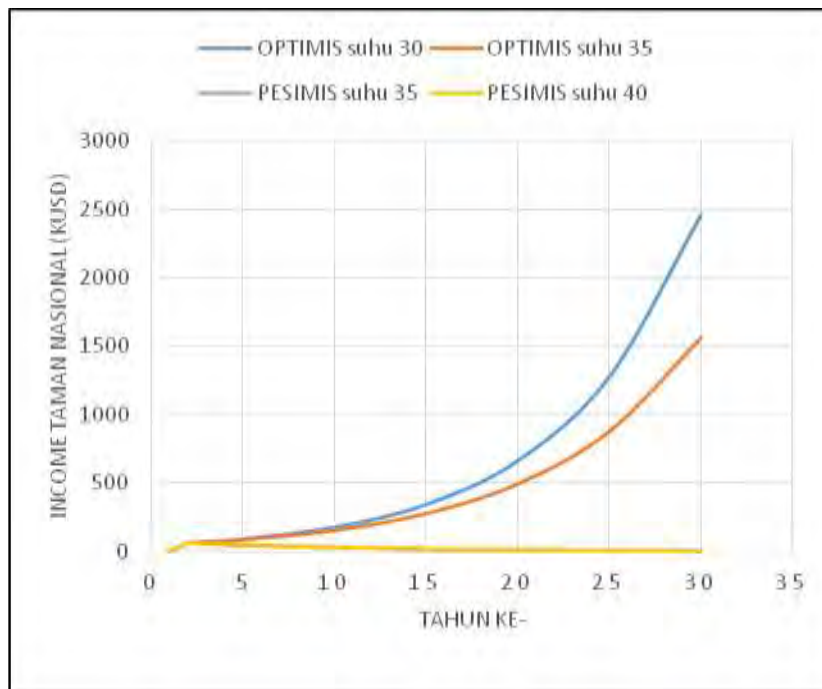
- *Income* Taman Nasional dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di smelter = 500 pekerja

Tabel 4.29. Perbandingan pertumbuhan *Income* Taman Nasional sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)

TAHUN	INCOME TAMAN NASIONAL (KUSD)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	0	0	0	0	0
2	63.44	63.44	63.44	63.44	63.44
3	72.29	71.13	84.98	58.44	58.36
4	82.38	79.76	113.84	53.84	53.69
5	93.88	89.43	152.49	49.6	49.39
10	180.4	158.49	657.71	32.92	32.53
15	346.65	280.9	2,836.80	21.84	21.43
20	666.14	497.83	12,235.54	14.5	14.12
25	1,280.06	882.3	52,773.74	9.62	9.3
30	2,459.79	1,563.68	227,621.11	6.38	6.13



Gambar 4.53. Perbandingan *Income* Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas (asumsi 500 pekerja *smelter*)



Gambar 4.54. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis *Income* Taman Nasional Baluran setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas (Asumsi 500 Pekerja *smelter*)

Kondisi *Income* Taman Nasional Baluran untuk asumsi 500 pekerja yang direkrut *smelter* untuk kondisi eksisting, optimis mengalami peningkatan sedangkan kondisi pesimis mengalami penurunan dari tahun ke tahun. *Income* Taman Nasional Baluran kondisi optimis 30 lebih tinggi dari kondisi optimis 35.

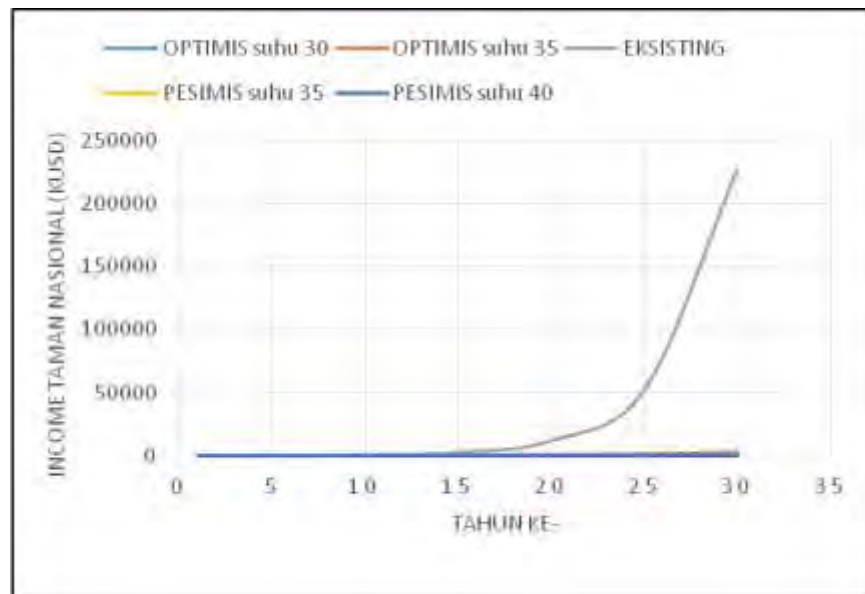
Rata-rata kondisi *income* Taman Nasional Baluran kondisi eksisting lebih tinggi 59,16% dari kondisi optimis 30, lebih tinggi 60,8% dari kondisi optimis 35, lebih tinggi 71,7% dari pesimis 35 dan lebih tinggi 71,77% dari kondisi pesimis 40. *Income* Taman Nasional Baluran kondisi optimis 30 lebih tinggi 12,57% dari pesimis 35 dan lebih tinggi 12,61% dari pesimis 40. Kondisi optimis 35 lebih tinggi 10,93% dari pesimis 35 dan lebih tinggi 10,97% dari pesimis 40. Sedangkan pesimis 35 lebih tinggi 0,05% dari pesimis 40. *Income* Taman Nasional Baluran dengan asumsi 500 pekerja smelter selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dari optimis 30, optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35, optimis 35 lebih tinggi dari pesimis 35 dan pesimis 35 lebih tinggi dari pesimis 40.

- *Income* Taman Nasional dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di *smelter* = 1000 pekerja

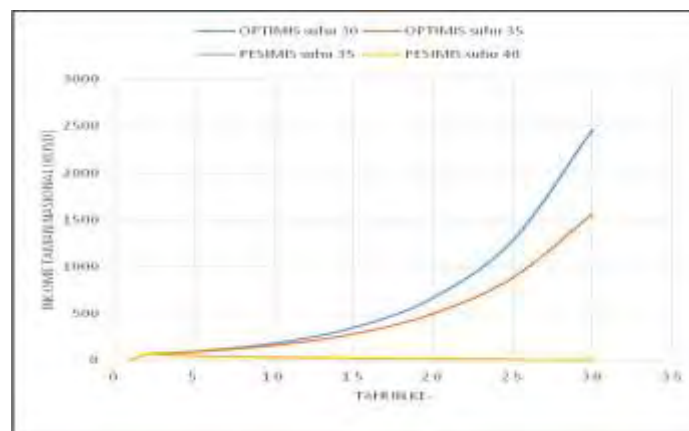
Tabel 4.30. Perbandingan pertumbuhan *Income* Taman Nasional sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)

TAHUN	INCOME TAMAN NASIONAL (KUSD)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	0	0	0	0	0
2	63.44	63.44	63.44	63.44	63.44
3	72.29	71.13	84.98	58.44	58.36
4	82.38	79.76	113.84	53.84	53.69
5	93.88	89.43	152.49	49.6	49.39

10	180.4	158.49	657.71	32.92	32.53
15	346.65	280.9	2,836.80	21.84	21.43
20	666.14	497.83	12,235.54	14.5	14.12
25	1,280.06	882.3	52,773.74	9.62	9.3
30	2,459.79	1,563.68	227,621.11	6.38	6.13



gambar 4.55. Perbandingan *Income* Taman Nasional Baluran sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas(Asumsi 1000 Pekerja *smelter*)



Gambar 4.56. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis *Income* Taman Nasional Baluran setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas(Asumsi 1000 Pekerja *smelter*)

Kondisi *Income* Taman Nasional Baluran untuk asumsi 1000 pekerja yang direkrut smelter menunjukkan kondisi eksisting, optimis mengalami peningkatan sedangkan kondisi pesimis mengalami penurunan dari tahun ke tahun. *Income* Taman Nasional Baluran kondisi optimis 30 lebih tinggi dari kondisi optimis 35.

Rata-rata kondisi *income* Taman Nasional Baluran kondisi eksisting lebih tinggi 53,24% dari kondisi optimis 30, lebih tinggi 54,72% dari kondisi optimis 35, lebih tinggi 64,55% dari pesimis 35 dan lebih tinggi 64,59% dari kondisi pesimis 40. *Income* Taman Nasional Baluran kondisi optimis 30 lebih tinggi 1,48% dari kondisi optimis 35. Kondisi optimis 30 lebih tinggi 11,31% dari pesimis 35 dan lebih tinggi 11,35% dari pesimis 40. Kondisi optimis 35 lebih tinggi 9,83% dari pesimis 35 dan lebih tinggi 9,88% dari pesimis 40. Sedangkan pesimis 35 lebih tinggi 0,04% dari pesimis 40. *Income* Taman Nasional Baluran dengan asumsi 1000 pekerja smelter selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dari optimis 30, optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35, optimis 35 lebih tinggi dari pesimis 35 dan pesimis 35 lebih tinggi dari pesimis 40.

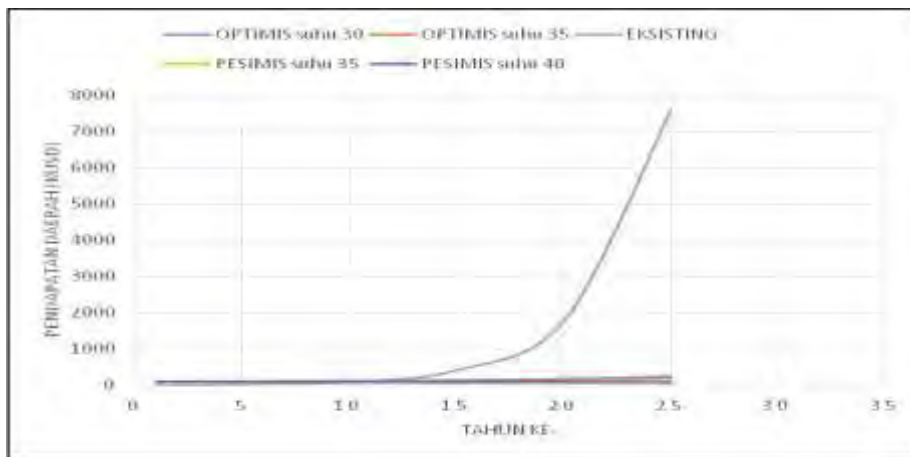
b.3. Pendapatan Daerah

- Pendapatan daerah dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di smelter = 500 pekerja

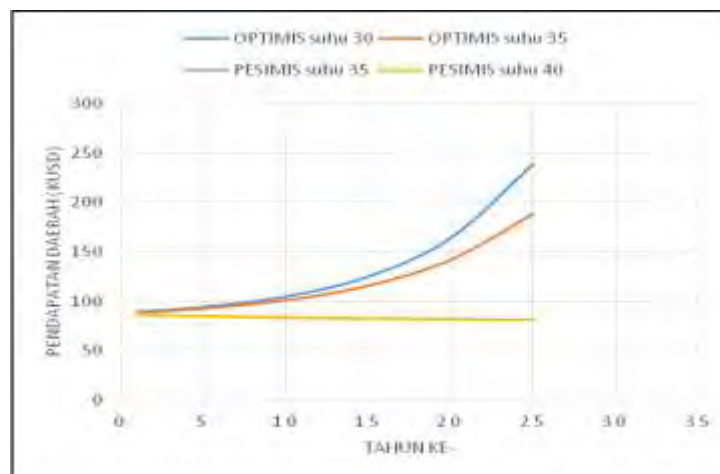
Tabel 4.31. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan Daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 500 pekerja *smelter*)

TAHUN	PENDAPATAN DAERAH (KUSD)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	89.19	89.02	16.04	87.18	87.16
2	90.14	89.85	18.35	86.64	86.62
3	91.22	90.77	21.44	86.15	86.12
4	92.46	91.81	25.59	85.69	85.66

5	93.86	92.97	31.14	85.27	85.23
10	104.43	101.28	103.7	83.63	83.57
15	124.75	115.99	416.67	82.53	82.48
20	163.78	142.07	1,766.56	81.81	81.75
25	238.79	188.29	7,588.81	81.32	81.28
30	-	-	-	-	-



Gambar 4.57. Perbandingan Pendapatan daerah sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas(Asumsi 500 Pekerja *smelter*)



Gambar 4.58. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas (Asumsi 500 Pekerja *smelter*)

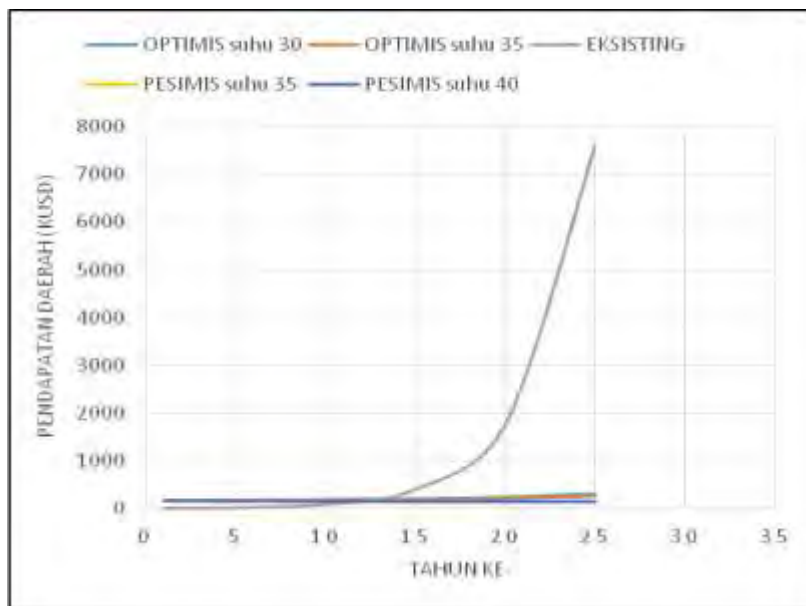
Pendapatan daerah kondisi eksisting dan optimis mengalami kenaikan dari tahun ke tahun sedangkan untuk kondisi pesimis mengalami penurunan. Pendapatan daerah kondisi optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35. Untuk kondisi optimis 30, pada tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-10 pendapatan daerah lebih tinggi dari kondisi eksisting, sedangkan tahun ke-15 sampai dengan tahun ke-30 lebih rendah dari kondisi eksisting. Sedangkan untuk kondisi optimis 35, pesimis 35 dan pesimis 40 dari tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-5, pendapatan daerah lebih tinggi dari kondisi eksisting, sedangkan tahun ke-10 sampai dengan tahun ke-30 lebih rendah dari kondisi eksisting.

Rata-rata tiap tahun untuk pendapatan daerah kondisi eksisting lebih rendah 153,17% dari kondisi optimis 30, lebih rendah 151,26% dari kondisi optimis 35, lebih rendah 136,9% dari kondisi pesimis 35 dan lebih rendah 136,85% dari kondisi pesimis 40. Kondisi optimis 30 lebih tinggi 16,24% dari kondisi pesimis 35, dan lebih tinggi 16,32% dari kondisi pesimis 40. Kondisi optimis 35 lebih tinggi 14,34% dari kondisi pesimis 35 dan lebih tinggi 14,4% dari pesimis 40. Sedangkan pendapatan daerah kondisi optimis 30 lebih tinggi 0,87% dari optimis 35 dan kondisi pesimis 35 lebih tinggi 0,078% dari kondisi pesimis 40. Pendapatan daerah dengan asumsi 500 pekerja *smelter* selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dari optimis 30, optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35, optimis 35 lebih tinggi dari pesimis 35 dan pesimis 35 lebih tinggi dari pesimis 40

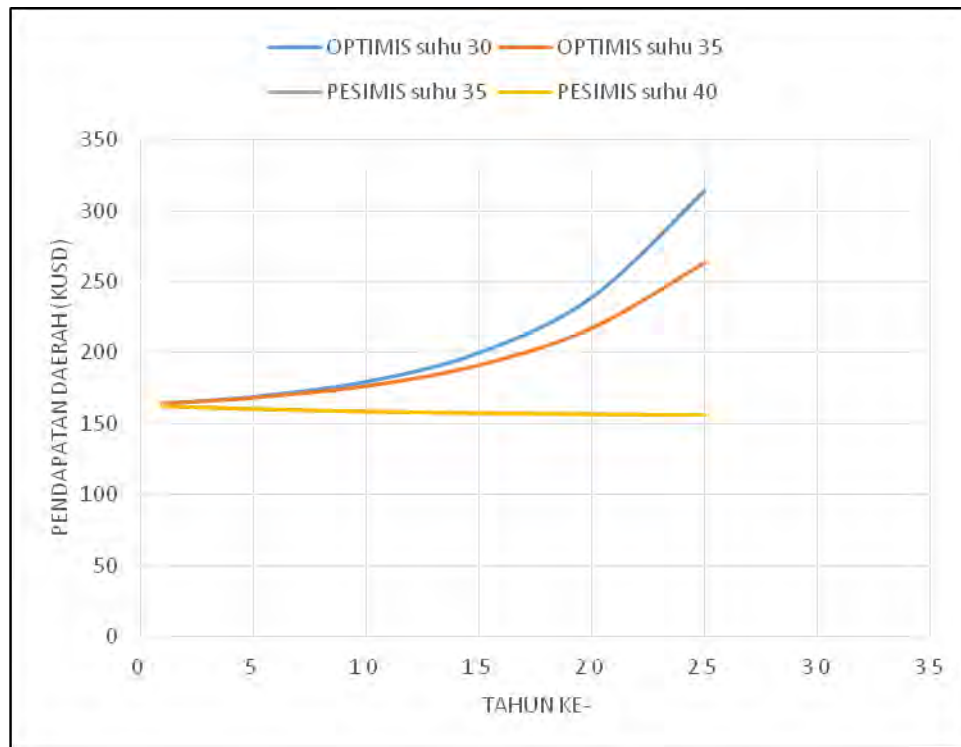
- Pendapatan daerah dengan asumsi tenaga kerja asli situbondo di smelter = 1000 pekerja

Tabel 4.32. Perbandingan pertumbuhan Pendapatan daerah Situbondo sebelum dan setelah adanya *smelter*(asumsi 1000 pekerja *smelter*)

TAHUN	PENDAPATAN DAERAH (KUSD)				
	OPTIMIS SUHU 30	OPTIMIS SUHU 35	EKSISTING	PESIMIS SUHU 35	PESIMIS SUHU 40
1	164.19	164.02	16.04	162.18	162.16
2	165.14	164.85	18.35	161.64	161.62
3	166.22	165.77	21.44	161.15	161.12
4	167.46	166.81	25.59	160.69	160.66
5	168.86	167.97	31.14	160.27	160.23
10	179.43	176.28	103.7	158.63	158.57
15	199.75	190.99	416.67	157.53	157.48
20	238.78	217.07	1,766.56	156.81	156.75
25	313.79	263.29	7,588.81	156.32	156.28
30	-	-	-	-	-



Gambar 4.59. Perbandingan Pendapatan Daerah sebelum dan setelah adanya *smelter* dengan validasi sebaran panas(Asumsi 1000 Pekerja *smelter*)



Gambar 4.60. Perbandingan Skenario Optimis dan Pesimis Pendapatan Daerah setelah adanya smelter dengan validasi sebaran panas (Asumsi 1000 Pekerja smelter)

Pendapatan daerah kondisi eksisting dan optimis mengalami kenaikan dari tahun ke tahun sedangkan untuk kondisi pesimis mengalami penurunan. Pendapatan daerah kondisi optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35. Untuk kondisi optimis baik optimis 30, optimis 35, pesimis 35 dan pesimis 40 pada tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-10 pendapatan daerah lebih tinggi dari kondisi eksisting, sedangkan tahun ke-15 sampai dengan tahun ke-30 lebih rendah dari kondisi eksisting.

Rata-rata tiap tahun untuk pendapatan daerah kondisi eksisting lebih rendah 359,35% dari kondisi optimis 30, lebih rendah 357,4% dari kondisi optimis 35, lebih rendah 343,1% dari kondisi pesimis 35 dan lebih rendah 343,03% dari kondisi pesimis 40. Kondisi optimis 30 lebih tinggi 16,24% dari kondisi pesimis 35, dan lebih tinggi 16,32% dari kondisi pesimis 40. Kondisi optimis 35 lebih tinggi 14,34% dari kondisi pesimis 35 dan lebih tinggi 14,4% dari pesimis 40. Sedangkan pendapatan

daerah kondisi optimis 30 lebih tinggi 1,91% dari optimis 35 dan kondisi pesimis 35 lebih tinggi 0,08% dari kondisi pesimis 40. Pendapatan daerah dengan asumsi 1000 pekerja *smelter* selama 30 tahun kondisi eksisting lebih tinggi dari optimis 30, optimis 30 lebih tinggi dari optimis 35, optimis 35 lebih tinggi dari pesimis 35 dan pesimis 35 lebih tinggi dari pesimis 40.

4.9. Analisa dan Pembahasan

4.9.1. Analisis Hasil *Running* Tanpa Validasi Sebaran Panas

a. Perikanan

Dari perbandingan hasil *running* kondisi eksisting, optimis dan pesimis sektor perikanan dapat disederhanakan dalam tabel berikut ini

Tabel 4.33. Perbandingan kondisi sektor perikanan kondisi eksisting, optimis dan pesimis

Pengamatan	Kecenderungan pertumbuhan			Perbandingan		
	Eksisting	Optimis	Pesimis	Eksisting: Optimis	Eksisting: Pesimis	Optimis: Pesimis
Potensi Lestari Perikanan	Naik	Naik	Turun	60,13:1	73,52:1	13,4:1
Produksi perikanan budidaya	Naik	Naik	Naik→ Stagnan	33,75:1	48,18:1	14,4:1
Tangkapan ikan	Naik	Naik	Naik→ Stagnan	1:1	16,87:1	16,87:1
Income Perikanan	Naik	Naik	Naik→ Stagnan	0,89:1	18,42:1	17,52:1

Dari semua sektor perikanan yang di amati dari hasil *running* yaitu potensi lestari perikanan, produksi perikanan budidaya hasil tangkapan ikan, dan *income*

perikanan menunjukkan kecenderungan yang naik dari tahun ke tahun hanya potensi lestari perikanan kondisi pesimis yang mengalami penurunan. Jumlah pertumbuhan dari kondisi optimis lebih rendah dari kondisi eksisting. Potensi lestari perikanan lebih rendah 60,13% sedangkan hasil tangkapan ikan lebih sama dengan kondisi eksisting. Potensi lestari perikanan terkait potensi perikanan yang kami dapatkan dari jumlah di atas hasil tangkapan ikan di situbondo selama 4 tahun terakhir yaitu asumsi sekitar 16000 Ton. Dari 17 kecamatan yang ada, kecamatan Banyuputih mendapat hasil tangkapan yang paling banyak setiap tahunnya sekitar 1700 Ton/tahun. Namun dengan adanya asumsi limbah logam berat, SO₂ yang menyebabkan hujan asam, dan limbah panas di daerah Perengan Banyuputih dapat menyebabkan potensi perikanan yang diperkirakan terbanyak di kecamatan menjadi menurun hingga sampai 60,13% untuk kondisi *green smelter*. Potensi penurunan ini bisa berarti ikan lambat perkembangbiakannya, lemah pertumbuhannya, migrasi ke daerah lain untuk ikan pelagis atau bahkan mati. Untuk hasil tangkapan ikan sama dengan kondisi eksisting. Hal ini di karenakan kemungkinan ikan-ikan di daerah dekat limbah *smelter* tidak semuanya mati namun ketika kondisi lingkungan sudah mulai tidak aman untuk mereka, maka mereka bermigrasi ke lokasi lain sehingga tetap dapat di tangkap oleh nelayan di daerah lain atau ikan tetap di tangkap di sekitar daerah Banyuputih namun kualitas ikan tidak bisa di pastikan bebas dari kontaminasi logam berat dan limbah *smelter* lainnya. Selain itu luasnya dan dalamnya laut dengan pola dan kecepatan arus yang dapat berubah setiap waktu memungkinkan netralisir limbah yang ada.

Sedangkan untuk kondisi pesimis mengalami penurunan potensi lestari perikanan. Hal ini dapat di sebabkan luas dan dalamnya lautan masih dapat mengurangi bahkan menetralsir dampak dari limbah *green smelter* karena konsentrasinya yang rendah di banding kondisi pesimis yang konsentrasi limbahnya lebih tinggi. Sedangkan untuk produksi perikanan budidaya hanya dipengaruhi limbah hujan asam dan logam berat yang terbawa angin karena kondisi perikanan budidaya yang cukup jauh dari daerah *smelter* sehingga limbah panas di abaikan. Hasil produksi perikanan budidaya kondisi *green smelter* lebih rendah

33,75% dari kondisi tanpa *smelter*. Sedangkan hasil produksi perikanan budidaya kondisi pesimis lebih rendah 48,18% dari kondisi tanpa *smelter*. Penurunan yang berbeda 14,4% antara kondisi optimis dan pesimis dapat di sebabkan karena asumsi pengaruh penurunan limbah logam berat optimis terhadap perikanan budidaya sebesar 0.02 dan limbah SO₂ sebesar 0.3 sedangkan untuk pesimis 2 kali lipatnya sehingga efek buruk yang di timbulkan pun lebih besar yang ditandai dengan peningkatan jumlah produksi yang lebih kecil 14,4% di bandingkan dengan kondisi optimis.

Kedua kondisi sumber perikanan ini yaitu perikanan tangkap dan budidaya akan berpengaruh terhadap *income* perikanan dari kedua sumber tersebut. *Income* perikanan dengan adanya *green smelter* lebih rendah 0,89% sedangkan *income* kondisi dengan adanya *non green smelter* lebih rendah 18,42% di bandingkan dengan kondisi tanpa adanya *smelter*.

b. Pertanian

Dari perbandingan hasil *running* kondisi eksisting, optimis dan pesimis sektor pertanian dapat disederhanakan dalam tabel berikut ini

Tabel 4.34. Perbandingan kondisi sektor pertanian kondisi eksisting, optimis dan pesimis

Pengamatan	Kecenderungan pertumbuhan			Perbandingan		
	Eksisting	Optimis	Pesimis	Eksisting: Optimis	Eksisting: Pesimis	Optimis: Pesimis
Produksi Tanaman Pangan	Naik	Naik	Naik	46,12:1	60,85:1	14,73:1
Produksi tanaman hortikultura	Naik	Naik	Naik	24,54:1	39,09:1	14,54:1
Income pertanian	Naik	Naik	Naik	1:17,66	1:18,74	36,41:1

Kondisi pertanian kondisi eksisting, optimis dan pesimis memiliki tren yang hampir sama tetapi nilainya berbeda baik pendapatan dari tanaman pangan maupun

holtikultura yang pada akhirnya mempengaruhi *income* pertanian. Kondisi penurunan yang besar ini baik optimis , terlebih lagi kondisi pesimis dapat di sebabkan kondisi limbah yang mempengaruhi tanah dan pengaruh langsung terhadap tanaman itu sendiri. Tanaman dipengaruhi hujan asam dengan berbagai cara. Lapisan lilin pada daun menjadi rusak sehingga nutrisi menjadi hilang yng menyebabkan tanaman tidak tahan keadaan dingin, jamur dan serangga. Hujan asam bisa jatuh ribuan mil dari sumber industri yang mengeluarkan SO₂. Sehingga hampir semua daerah Situbondo dapat terpapar limbah mematikan ini.

c. Taman Nasional Baluran

Dari perbandingan hasil *running* kondisi eksisting, optimis dan pesimis sektor Taman Nasional Baluran dapat disederhanakan dalam tabel berikut ini

Tabel 4.35. Perbandingan kondisi sektor Taman Nasional Baluran kondisi eksisting, optimis dan pesimis

Pengamatan	Kecenderungan pertumbuhan			Perbandingan		
	Eksisting	Optimis	Pesimis	Eksisting: Optimis	Eksisting: Pesimis	Optimis: Pesimis
Jumlah Pengunjung	Naik	Naik	Turun	66,5:1	78,77:1	12,27:1
Income TNB 500 pekerja smelter	Naik	Naik	Turun	66,35:1	77,4:1	11,05:1
Income TNB 1000 pekerja smelter						
Pendapatan daerah 500 pekerja smelter	Naik	Naik Tahun ke- 1- 5>Eksisting Tahun ke-	Turun	1:94,34	1:79,89	14,45:1

		10-30<Eksisting				
Pendapatan daerah 1000 pekerja smelter	Naik	Naik Tahun ke-1-10>Eksisting Tahun ke-15-30<Eksisting	Turun	1:248,57	1:234,11	14,45:1

Kondisi adanya *smelter* menurunkan jumlah pengunjung taman nasional dari tahun ke-1 untuk kondisi optimis sedangkan untuk kondisi pesimis jumlah pengunjung mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Selain wisatawan dalam negeri, kemungkinan besar penurunan pengunjung banyak dari wisatawan asing . Karena berdasarkan informasi dari Pak Yusuf(pengelola resort Bama), wisatawan asing menyukai kelestarian lingkungan Baluran dengan keasriannya. Jika kondisi kurang asri karena efek smelter atau suara bising dari Pabrik, kemungkinan hal ini akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah pengunjung.

Dari berkurangnya jumlah pengunjung, secara otomatis jumlah *income* Taman Nasional juga akan berkurang. Dengan berkurangnya pertumbuhan jumlah pengunjung, akan menurun pula pertumbuhan pendapatan penginapan dalam taman nasional, pemasukan dari tiket dan pemasukan untuk kantin koperasi atau penyewaan cano. Untuk jumlah pekerja Situbondo yang akan direkrut untuk bekerja di smelter baik 500 ataupun 1000 pekerja tidak berpengaruh signifikan terhadap *income* Taman Nasional.

Sedangkan untuk pendapatan masyarakat daerah yang bersumber dari penyewaan mobil dan ojek, home stay Wonorejo, warung musim ikan dan gaji dari pekerja di green smelter dari tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-5 menunjukkan nilai yang lebih besar di bandingkan kondisi tanpa *smelter* dan tahun ke-10 hingga tahun ke-30 lebih rendah dari kondisi tanpa *smelter*. Sedangkan untuk kondisi pesimis mengalami, dengan nilai tahun ke-1 sama dengan kondisi tanpa *smelter*, sedangkan tahun selanjutnya lebih rendah dari kondisi tanpa *smelter*.

Hal ini menunjukkan bahwa meskipun 500-1000 pekerja di rekrut dari orang situbondo, pendapatan utama masyarakat tetap lebih rendah dari kondisi eksisting. Pada tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-5 lebih tinggi dari kondisi eksisting dapat di karenakan limbah yang terbuang ke lingkungan belum begitu banyak sehingga masih cukup banyak ikan yang bisa ditangkap di daerah Perengan, sehingga warung musim ikan pun masih tetap ramai. Jumlah pengunjung juga belum signifikan turun pertumbuhannya sehingga penyewaan ojek, mobil masih bisa berjalan dengan lancar, begitupun dengan home stay di Wonorejo.

Di atas tahun ke-10, ketika jumlah pertumbuhan pengunjung berkurang akibat pemandangan hutan dan laut yang kurang indah lagi akibat limbah serta nilai pendidikan yang semakin berkurang, maka jumlah yang menyewa kendaraan baik ojek, mobil dan truk akan berkurang juga. Seperti yang di ketahui dari Baluran juga memudahkan para guru mengajarkan kepada siswa perbedaan savana, hutan hujan, dan lain lain dalam satu sekali kunjungan. Dan dengan jumlah siswa yang begitu banyak fasilitas sewa mobil atau truk mutlak diperlukan. Jika kondisi hutan rusak maka tidak ada lagi tempat pembelajaran yang memudahkan.

Selain itu, efek berkurangnya jumlah pengunjung akan berefek kepada berkurangnya jumlah wisatawan yang menyewa home stay. Sedangkan kondisi warung musim ikan sangat dipengaruhi jumlah ikan yang dapat di tangkap di laut Baluran, dekat perengan. Jumlah ikan yang semakin berkurang, akan menurunkan jumlah nelayan yang melaut di sana sehingga pengunjung warung musim ikan pun

yang kebanyakan berasal dari nelayan akan berkurang pula. Nelayan akan mencari daerah lain di mana ikan melimpah.

4.9.2 Analisis Hasil *Running* dengan Validasi Sebaran Panas

a. Perikanan

Tabel 4.36. Perbandingan kondisi sektor perikanan kondisi eksisting, optimis dan pesimis dengan validasi sebaran panas

Pengamatan	Kecenderungan pertumbuhan					Perbandingan			
	Eksisting	Optimis 30	Optimis 35	Pesimis 35	Pesimis 40	Eksisting: Optimis 30	Eksisting: Optimis 35	Eksisting: Pesimis 35	Eksisting: Pesimis 40
Potensi Lestari Perikanan (MSY)	Naik	Naik	Naik	Naik		45,22:1	48,94:1	62,47:1	62,59:1
Produksi perikanan budidaya	Naik	Naik	Naik	Naik → Stagnan		33,75:1	33,75:1	48,18:1	48,18:1
Tangkapan ikan	Naik	Naik		Naik → Stagnan		1:1	1:1	1:1	1:1
Income Perikanan	Naik	Naik	Naik	Naik → Stagnan		0,89:1	0,89:1	1,3:1	1,3:1

Potensi lestari perikanan kondisi optimis 30 lebih tinggi dibandingkan dengan optimis 35 yaitu 45,22% untuk optimis 30 dan 48,94% untuk optimis 35 lebih rendah dari kondisi tanpa *smelter*. Sedangkan kondisi pesimis 35 hampir sama dengan kondisi pesimis 40 yaitu 62% lebih rendah dari kondisi eksisting. Potensi lestari perikanan tidak selalu berbanding terbalik dengan hasil tangkapan ikan. Hasil tangkapan ikan dari semua kondisi baik optimis maupun pesimis sama dengan kondisi eksisting.

Potensi lestari perikanan optimis 30 dan optimis 35 berkisar di 40% lebih rendah dari kondisi eksisting dapat dikarenakan untuk kondisi optimis 35, design kanal pendingin dan debitnya sama dengan optimis 30 hanya suhunya yang lebih tinggi yaitu 5°C dari kondisi batas ketahanan hidup ikan, sementara lautan yang menjadi tempat pembuangan limbah cukup luas. Ikan pelagis yang berada di sekitar area suhu di atas 30°C masih tetap dapat bertahan hidup sedangkan ketika suhu mulai berada di atas 30°C kemungkinan ikan pelagis akan berpindah tempat mencari tempat yang aman sehingga potensi hasil tangkapan nelayan tidak banyak berubah, hanya tempat menangkap saja yang mungkin berbeda.

Sedangkan untuk kondisi pesimis, dengan potensi lestari perikanan berkisar 62% lebih rendah dari kondisi optimis. Hal ini dapat dikarenakan untuk pesimis 35, design kanal, besarnya debit dan suhu sama dengan optimis 35 hanya formula limbah logam berat dan SO₂ yang mengikuti formula pesimis yakni masing-masing 0.6. Sementara pesimis 40 di design dengan lebar kanal paling kecil 20 m, debit paling besar 180 m³/s dan suhu paling besar yaitu 40 °C. Sehingga dengan mengikuti aturan hukum dalam aliran fluida maka pesimis 40 tentu akan memiliki pengaruh terhadap daerah yang lebih luas di bandingkan dengan pesimis 35. Sehingga kemungkinan ikan menjadi lemas karena tidak punya kekuatan untuk mencari makan untuk berkembang baik melestarikan keberlanjutannya, bertahan hidup atau bahkan mati. Hasil tangkapan nelayan tidak mengalami perubahan karena ikan ini dapat saja bermigrasi ke daerah lain atau ikan yang di tangkap jumlahnya sama dengan kondisi

eksisting namun kualitas ikan terutama dari besarnya kontaminasi limbah tidak dapat dijamin sama dengan bagusnya dengan kondisi eksisting.

Untuk produksi budidaya perikanan, baik kolam, tambak, dan keramba jaring apung(KJA) memiliki hasil penurunan pertumbuhan yang sama antara optimis 30 dengan optimis 35 dan pesimis 35 dengan pesimis 40. Hal ini karena wilayah perikanan budidaya cukup jauh dengan daerah buangan limbah panas sehingga yang berpengaruh hanya limbah logam berat dan limbah hujan asam karena SO₂. Untuk *income* perikanan merupakan akibat dari hasil tangkapan ikan dan produksi perikanan budidaya.

b. Taman Nasional Baluran

Tabel 4.37. Perbandingan kondisi sektor Taman Nasional Baluran kondisi eksisting, optimis dan pesimis dengan validasi sebaran panas

Pengamatan	Kecenderungan pertumbuhan					Perbandingan			
	Eksisting	Optimis 30	Optimis 35	Pesimis 35	Pesimis 40	Eksisting: Optimis 30	Eksisting: Optimis 35	Eksisting: Pesimis 35	Eksisting: Pesimis 40
Jumlah pengunjung	Naik	Naik	Naik	Turun		58,73 :1	60,47:1	72,4:1	72,55 :1
Income TNB asumsi 500 pekerja smelter	Naik	Naik	Naik	Turun		59,16 :1	60,8:1	71,7:1	71,77 :1
asumsi 1000 pekerja smelter	Naik	Naik	Naik	Turun		53,24 :1	54,72:1	64,55:1	64,59 :1
Pendapatan	Naik	Naik(Tahun		Turun(Tahun		1:153	1:151,2	1:136,	1:136

daerah dengan asumsi 500 pekerja smelter		1- 5>eksisting Tahun 10- 30<Eksis)	1- 10>eksisting Tahun 15- 30<Eksisting)	,17	6	9	,85
Pendapatan daerah dengan asumsi 1000 pekerja smelter	Naik	Naik (Tahun 1- 10>eksisting Tahun 15- 30<Eksis ting)	Turun (Tahun 1- 10>eksisting Tahun 15- 30<Eksisting)	1:359 ,3	1:357,4	1:343, 1	1:343 ,0

Jumlah pengunjung untuk kondisi optimis dan eksisting memiliki kecenderungan pertumbuhan yang naik dari tahun ke tahun. Sedangkan kondisi pesimis mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Jumlah pengunjung optimis 35 jauh lebih rendah di bandingkan dengan optimis 30 karena pada optimis 30 yang berpengaruh hanya limbah logam berat dan hujan asam(SO_2) sedangkan suhu dari kanal pendingan sebesar 30°C tidak mengganggu habitat ikan dan ekosistem laut lainnya. Sedangkan pada optimis 35, dengan suhu 5°C di atas batas ketahanan hidup ikan menyebabkan gangguan pada ekosistem laut sehingga pertumbuhan pengunjung pada kondisi ini jauh lebih besar yaitu 60,47% daripada kondisi optimis 30. Sedangkan penurunan pertumbuhan kondisi pesimis 35 dan 40 besarnya hampir sama yaitu sekitar 72% dari kondisi eksisting. Ini menunjukkan dengan design kanal minimum dengan suhu kanal 35°C dan design kanal maksimum dengan suhu kanal 40°C , pertumbuhan jumlah pengunjung tidak berbeda jauh. Hal ini dapat dikarenakan yang mempengaruhi keindahan Taman Nasional secara dominan berasal dari pengaruh logam berat dan hujan asam sehingga berefek pula pada jumlah pengunjung.

Jumlah pengunjung ini berefek terhadap *income* Taman Nasional Baluran. *Income* Taman Nasional Baluran untuk optimis 35 lebih tinggi penurunannya daripada optimis 30. Sedangkan penurunan pesimis 40 lebih tinggi dibandingkan pesimis 35 baik untuk asumsi pekerja *smelter* 500 atau 1000 orang.

Untuk pendapatan daerah dengan asumsi jumlah pekerja *smelter* sebanyak 500 orang, pada tahun ke-1 sampai dengan tahun ke-5 pendapatan daerah kondisi optimis dan pesimis lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi eksisting dan tahun ke-10 sampai dengan tahun ke-30 lebih rendah dibandingkan dengan kondisi tanpa *smelter*. Hali ini dapat terjadi karena di 5 tahun pertama, akumulasi limbah belum terlalu banyak sehingga pendapatan daerah terus meningkat di tambah lagi dengan gaji dari pekerja *smelter*. Sedangkan tahun selanjutnya, lingkungan sudah mulai terganggu bahkan rusak sehingga akumulasi gaji pekerja *smelter* tidak mampu meningkatkan jumlah pendapatan di atas kondisi eksisting karena sumber pendapatan lain masyarakat juga terganggu yakni penyewaan kendaraan untuk pengunjung Taman Nasional, home stay Wonorejo dan warung musim ikan.

Sedangkan untuk asumsi 1000 orang Situbondo yang direkrut menjadi pekerja di *smelter*, pada tahun ke-1 sampai ke-10, pendapatan daerah kondisi optimis dan pesimis lebih tinggi dari eksisting dan tahun selanjutnya lebih rendah dari kondisi eksisting. Akumulasi rata-rata pendapatan daerah baik kondisi pesimis dan optimis, lebih tinggi dari kondisi eksisting. Namun secara umum, kondisi lingkungan yang menurun menurunkan pendapatan daerah mulai tahun ke-10 untuk asumsi 500 pekerja dan mulai tahun ke-15 untuk asumsi 1000 pekerja.

4.9.3 Analisis Perbandingan Hasil *Running* dengan Validasi Panas dan Tanpa Validasi Panas

a. Perikanan

Tabel 4.38. Perbandingan Hasil *Running* Sektor Perikanan Tanpa Validasi sebaran panas dan dengan validasi sebaran panas

Pengamatan	Perbandingan Tanpa validasi panas		Perbandingan dengan validasi panas			
	Eksisting: Optimis	Eksisting: Pesimis	Eksisting: Optimis 30	Eksisting :Optimis 35	Eksisting :Pesimis 35	Eksisting: Pesimis 40
Potensi Lestari Perikanan	60,13:1	73,52:1	45,22:1	48,94:1	62,47:1	62,59:1
Produksi perikanan budidaya	33,75:1	48,18:1	33,75:1	33,75:1	48,18:1	48,18:1
Tangkapan ikan	1:1	16,87:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Income Perikanan	0,89:1	18,42:1	0,89:1	0,89:1	1,3:1	1,3:1

Perbandingan hasil running stela sektor perikanan dengan validasi sebaran panas dan tanpa validasi sebaran panas menunjukkan hasil yang sama untuk

- Produksi perikanan budidaya
- Hasil tangkapan ikan kondisi optimis
- Income* perikanan kondisi optimi

Dan menunjukkan hasil yang berbeda untuk

- Potensi Lestari perikanan

Selisih Potensi Lestari perikanan kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 14,91%

Selisih Potensi Lestari perikanan kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 35 = 11,19%

Selisih Potensi Lestari perikanan kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 11,05%

Selisih Potensi Lestari perikanan kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 10,93%

b. Hasil tangkapan ikan kondisi pesimis

Selisih hasil tangkapan ikan kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 15,87%

Selisih hasil tangkapan ikan kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 35 = 15,87%

c. *Income* perikanan kondisi pesimis

Selisih *income* perikanan kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 17,12%

Selisih *income* perikanan kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 17,12%

Nilai yang sama untuk perikanan budidaya dapat disebabkan karena subsektor ini tidak dipengaruhi limbah panas dari kanal pendingin karena jaraknya yang sangat jauh dari lokasi pembuangan limbah panas. Tangkapan ikan kondisi optimis sama dengan kondisi eksisting karena wilayah sebaran panas kondisi ini tidak begitu luas dengan design suhu yang berada dalam rentang ketahanan hidup ikan dan 5°C di atasnya. Dan ini juga berakibat pada *income* perikanan kondisi optimis yang juga sama besarnya.

Sedangkan untuk nilai yang berbeda yaitu potensi lestari perikanan dapat disebabkan karena perbedaan pengaruh limbah sekecil apapun yakni 0.3 tanpa validasi dan 0,054868 dan 0,0589 hasil validasi panas dapat mempengaruhi potensi lestari ikan. Di atas suhu 30°C, ikan mulai terganggu untuk mencari makan, gerakannya tidak terlalu cepat seperti biasanya sehingga potensi berkembangbiak juga menurun atau bahkan bisa mati.

Tangkapan ikan kondisi pesimis berbeda dapat disebabkan wilayah sebaran panas kondisi ini begitu jauh sehingga mempengaruhi pula terhadap luasan ekosistem

ikan yang terdampak. Dan hasil yang berbeda untuk tangkapan ikan kondisi pesimis juga akan membuat berbeda *income* perikanan kondisi pesimis.

Meskipun nilainya berbeda namun selisih hasil *running* dengan menggunakan validasi panas dan tanpa validasi panas tidak berbeda jauh yakni kurang dari 20%. Hal ini karena kami menggunakan informasi jumlah limbah kondisi *green smelter* dari *smelter* timah yaitu 0.3 sedangkan hasil dari validasi panas juga berkisar di 0,0.. Sehingga pengaruh limbah panas dari keduanya 0,.. tidak sampai 1%.

b. Taman Nasional Baluran

Tabel 4.39. Perbandingan Hasil *Running* Sektor Taman Nasional Baluran Tanpa Validasi sebaran panas dan dengan validasi sebaran panas

Pengamatan	Perbandingan Tanpa validasi panas		Perbandingan dengan validasi panas			
	Eksisting: Optimis	Eksisting :Pesimis	Eksisting :Optimis 30	Eksisting: Optimis 35	Eksisting: Pesimis 35	Eksisting: Pesimis 40
Jumlah pengunjung	66,5:1	78,77:1	58,73:1	60,47:1	72,4:1	72,55:1
Income TNB dengan asumsi 500 pekerja smelter	66,35:1	77,4:1	59,16:1	60,8:1	71,7:1	71,77:1
asumsi 1000 pekerja smelter	66,35:1	77,4:1	53,24:1	54,72:1	64,55:1	64,59:1
Pendapatan daerah dengan asumsi 500 pekerja smelter	1:94,34	1:79,89	1:153,17	1:151,26	1:136,9	1:136,85

asumsi 1000 pekerja smelter	1:248,57	1:234,11	1:359,3	1:357,4	1:343,1	1:343,0
--------------------------------	----------	----------	---------	---------	---------	---------

Perbandingan hasil *running stela* dari sudut pandang Taman Nasional Baluran dengan validasi sebaran panas dan tanpa validasi sebaran panas menunjukkan hasil yang berbeda untuk semua sub sektor

a. Jumlah pengunjung

Selisih jumlah pengunjung kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 7,78%

Selisih jumlah pengunjung kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 35 = 6,03%

Selisih jumlah pengunjung kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 6,37%

Selisih jumlah pengunjung kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 6,22%

b. *Income* Taman Nasional dengan asumsi 500 pekerja smelter

Selisih *income* kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 7,19%

Selisih *income* kondisi optimis tanpa validasi panas sebaran dan optimis 35 = 5,55%

Selisih *income* kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 5,7%

Selisih *income* kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 5,63%

c. *Income* Taman Nasional dengan asumsi 1000 pekerja smelter

Selisih *income* kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 13,11%

Selisih *income* kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 35 = 11,63%

Selisih *income* kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 12,85%

Selisih *income* kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 12,81%

d. Pendapatan daerah dengan asumsi 500 pekerja *smelter*

Selisih pendapatan daerah kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 58,83%

Selisih pendapatan daerah kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 35 = 56,92%

Selisih pendapatan daerah kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 57,01%

Selisih pendapatan daerah kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 56,96%

e. Pendapatan daerah dengan asumsi 1000 pekerja *smelter*

Selisih pendapatan daerah kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 30 = 110,73%

Selisih pendapatan daerah kondisi optimis tanpa validasi sebaran panas dan optimis 35 = 108,83%

Selisih pendapatan daerah kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 35 = 108,99%

Selisih pendapatan daerah kondisi pesimis tanpa validasi sebaran panas dan pesimis 40 = 108,89%

Jumlah pengunjung hasil *running* dengan validasi sebaran panas jauh lebih rendah penurunannya. Hal ini dapat disebabkan faktor penurunan limbah hasil validasi panas lebih kecil daripada hasil dari tanpa validasi panas sehingga efek buruk terhadap Taman Nasional juga lebih kecil. Akibatnya jumlah pengunjung tidak terlalu besar penurunannya. Sedangkan untuk

income Taman Nasional Baluran sebanding dengan kondisi jumlah pengunjung. Karena dari pengunjung ini pendapatan utama Taman Nasional di dapatkan mulai dari tiket masuk, penyewaan penginapan dalam Taman Nasional, dan penyewaan cano.

Untuk kondisi pendapatan daerah dengan validasi limbah panas lebih tinggi di bandingkan tanpa validasi panas. Karena faktor pengaruh limbah panas dengan validasi lebih kecil sehingga sumber pendapatan masyarakat pada awal pendirian smelter yang bersumber dari *impac* adanya taman nasional lebih kecil di bandingkan dengan jumlah gaji dari 500 atau 1000 orang yang bekerja di *smelter*. Selisih hasil *running* dengan menggunakan validasi panas dan tanpa validasi panas sekitar 50%. Namun , selisih pendapatan dari kondisi pesimis yang cukup besar yaitu di atas 100%. Selisih yang cukup besar dapat di sebabkan selain jumlah pekerja yang di rekrut cukup banyak yaitu 1000 orang, juga di sebabkan faktor pengaruh yang lebih kecil dengan validasi panas di bandingkan tanpa validasi panas.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 1

KONDISI PERIKANAN SITUBONDO

RINGKASAN TAHUN 2010

Produksi menurut sub sector perikanan dan kecamatan (ton)

No	Kecamatan	Budidaya			
		Kolam	Tambak	Keramba Jaring Apung	Rumput Laut Eucheumma cottoni sp
1.	Banyuglugur		-		-
2.	Besuki		2.490,00		5.315,00
3.	Suboh		227.300		4,80
4.	Mlandingan		241.000		-
5.	Bungatan		-		1,70
6.	Kendit		369.200		0,80
7.	Panarukan		803.234		444,00
8.	Situbondo		-		-
9.	Panji		-		-
10.	Mangaran		18.656		-
11.	Kapongan		42.000		3,10
12.	Arjasa		155.000		-
13.	Jangkar		60.000		121,60
14.	Asembagus		-		
15.	Banyuputih		141.400		
			1.229,38		5.891,00

RINGKASAN TAHUN 2011

Cabang Usaha		Nelayan (Orang)	Produksi			
			Ikan Segar		Ikan Olahan	
			Volume (Ton)	Nilai (Rp)	Volume (ton)	Nilai (Rp)
Tang kap	Laut	14.247	6.011,55	64.305.907.500	3.013,00	35.021.516.000
Budi daya	Tambak	165	2.725,40	145.031.936.500	-	-
	Kolam	262	224,90	3.290.295.000	-	-
	Keramba Jaring Apung	9	13,11	2.136.970.000	-	-
	Rumput Laut	2.262	2.591,25	5.997.940.000	-	-
	HSRT	82	85.675. 000 ekor	5.763.300.000		
	Hatchery	36	597.000. 000 ekor	28.070.000.000		

Produksi menurut sub sector perikanan dan kecamatan

No	Kecamatan	Jumlah	Penang kapan	Budidaya				
			Laut	Kolam	Tambak	Keramba	Rumput Laut	

						Jaring Apung	Eucheumma cottoni sp
1.	Banyuglugur	108,00	108,00	-	-	-	-
2.	Besuki	3.114,20	964,20	-	-	-	2.150,00
3.	Suboh	840,10	690,70	18,60	97,90	-	32,90
4.	Mlandingan	414,10	144,40	1,10	268,60	-	-
5.	Bungatan	140,95	112,20	-	3,75	-	25,00
6.	Kendit	253,36	9,38	0,52	218,00	12,96	12,50
7.	Panarukan	1.864,92	868,00	8,12	950,80	0,15	37,85
8.	Situbondo	8,61	-	8,61	-	-	-
9.	Panji	14,82	-	14,82	-	-	-
10.	Mangaran	469,11	437,25	5,21	26,65	-	-
11.	Kapongan	1.171,20	262,90	56,60	851,70	-	-
12.	Arjasa	95,28	14,20	2,08	79,00	-	-
13.	Jangkar	1.075,50	643,70	2,80	96,00	-	333,00
14.	Asembagus	27,07	21,97	5,10	-	-	-
15.	Banyuputih	1.969,02	1.734,65	101,37	133,00	-	-

NILAI PRODUKSI MENURUT SUB SEKTOR PERIKANAN DAN KECAMATAN

No	Cabang Usaha		Nilai Produksi(Rp)
1	Tangkap	Laut	64.305.907.500
2	Budidaya	Tambak	145.031.936.500
		Kolam	3.290.295.000
		KJA	2.136.970.000
		Rumput Laut	5.997.940.000
		HSRT	5.763.300.000

		Pembenihan Air Tawar	952.379.200
		Hatchery	28.070.000.000
Jumlah			255.548.728.200

RINGKASAN TAHUN 2012

Cabang Usaha		Nelayan (Orang)	Produksi			
			Ikan Segar		Ikan Olahan	
			Volume(Ton)	Nilai(Rp)	Volume(ton)	Nilai(Rp)
Tangkap	Laut	10.600	6.092,10	65.301.758.000	2.711,09	50.658.476.500
Budidaya	Tambak	145	2.805,545	124.800.052.500	-	-
	Kolam	228	233,995	3.410.450.000	-	-
	Keramba Jaring Apung	9	16,15	2.251.000.000	-	-
	Rumput Laut	868	83,389	142.005.800	-	-
	HSRT	93	145.760.000 ekor	13.439.900.000	-	-
	Hatchery	37	2.668.970.000 ekor	431.364.700.000	-	-

Produksi menurut sub sector perikanan dan kecamatan

No	Kecamatan	Penangkapan Laut	Budidaya			
			Kolam	Tambak	Keramba Jaring Apung	Rumput Laut Eucheumma cottoni sp
1.	Banyuglugur	Data kosong	-	0	Data kosong	0
2.	Besuki		3,0 ton	10.000 ton		14.200

3.	Suboh		14.100	89.325		5.800
4.	Mlandingan		0,400	938.000		0
5.	Bungatan		-	0		3.840
6.	Kendit		5.600	144.000		0
7.	Panarukan		13.300	111.500		5.500
8.	Situbondo		6.050	0		0
9.	Panji		11.270	0		0
10.	Mangaran		2.500	46.220		18.460
11.	Kapongan		131.100	705.400		0
12.	Arjasa		6.700	165.100		0
13.	Jangkar		3.625	261.000		35.589
14.	Asembagus		3.550	0		0
15.	Banyuputih		7.300	335.000		0

NILAI PRODUKSI MENURUT SUB SEKTOR PERIKANAN DAN KECAMATAN

No	Cabang Usaha		Jumlah Produksi	Nilai Produksi(Rp)
1	Tangkap	Laut	6.092,100 ton	65.301.758.000
2	Budidaya	Tambak	2.805,545 ton	124.800.052.500
		Kolam	233,995 ton	3.410.450.000
		KJA	16,150 ton	2.251.000.000
		Rumput Laut	83,389 ton	142.005.800
		HSRT	145.760.000 ekor	13.439.900.000
		Pembenihan Air Tawar	2.515.120 ekor	281.184.600
		Hatchery	2.668.970.000 ekor	431.364.700.000
Jumlah			Perikanan 9.231,179 ton	640.991.050.900

	Pembenihan 2.817.245.120 ekor	
--	----------------------------------	--

RINGKASAN TAHUN 2013

Cabang Usaha		Nelayan (Orang)	Produksi			
			Ikan Segar		Ikan Olahan	
			Volume (Ton)	Nilai (Rp)	Volume (ton)	Nilai (Rp)
Tangkap	Laut	11.566	7.870,92	90.234.913.700	3.784,89	60.298.166.000
Budidaya	Tambak	44	3.103,402	136.064.656.500	-	-
	Kolam	329	263,14	3.297.335.000	-	-
	Keramba Jaring Apung	19	18,25	2.455.000.000	-	-
	Rumput Laut	868	298,00	275.460.000	-	-
	HSRT	74	270.742.500 ekor	21.460.958.000	-	-
	Hatchery	30	1.774.475. 000 ekor	57.197.500.000	-	-
	UPR	24	3.179.400 ekor	443.685.000	-	-

Produksi menurut sub sector perikanan dan kecamatan

No	Kecamatan	Olahan (ton)	Penangkapan Laut	Budidaya			
				Kolam (kg)	Tambak	Keramba Jaring Apung	Rumput Laut Eucheumma cottoni sp
1.	Banyuglugur	1,23		4.200			-
2.	Besuki	38,15		9.900		4.000 Kg	4 ton
3.	Suboh			27.000	144.840 kg		
4.	Mlandingan			10.000	197.000		
5.	Bungatan	55,25		7.250	8.000	100 kg	0,10 ton
6.	Kendit	0,28		11.150	62.000	16.000 kg	0,4 ton
7.	Panarukan	32,30		18.250	21.650	75.600 Kg	73 ton
8.	Situbondo			15.225	-		
9.	Panji			11.110	-		
10.	Mangaran	25,54		7.420	18.112		
11.	Kapongan			74.400	34.400		
12.	Arjasa			13.800	115.480		
13.	Jangkar	5,00		30.080	146.940	220.550 kg	
14.	Asembagus			15.050	-		
15.	Banyuputih			8.300	45.000		
		157,65		263.135	851,01	316.250 kg	77,5 ton

**JUMLAH DAN NILAI PRODUKSI MENURUT SUB SEKTOR PERIKANAN
DAN KECAMATAN**

No	Cabang Usaha		Jumlah produksi	Nilai Produksi(Rp)
1	Tangkap	Laut		
2	Budidaya	Tambak		
		Kolam		
		KJA		
		Rumput Laut		
		HSRT		
		Pembenihan Air Tawar		
		Hatchery		
Jumlah Produksi perikanan			11.553,25 ton	311.429.508.200
Jumlah produksi pembenihan			2.048.396.900 ekor	

RINGKASAN TAHUN 2014

Cabang Usaha		Nelayan (Orang)	Produksi			
			Ikan Segar		Ikan Olahan	
			Volume (Ton)	Nilai (Rp)	Volume (ton)	Nilai (Rp)
Tangkap	Laut	11.566	8.354,61	87.289.537.500	4.632,75	31.174.834.821
Budidaya	Tambak	44	4.783,66	238.094.407.500	-	-
	Kolam	329	289,51	3.856.210.000	-	-
	Keramba Jaring Apung	19	20,26	2.297.750.000	-	-

	Rumput Laut	868	366,7	435.040.000	-	-
	HSRT(Hatchery Skala Rumah Tangga)	74	94.681.699 Ekor	8.385.393.750	-	-
	Hatchery Skala Perusahaan	30	2.160.881.800 ekor	58.623.300.000	-	-
	Unit Pembenihan Rakyat	24	3.723.200 ekor	606.880.000	-	-

produksi menurut sub sector perikanan dan kecamatan

No	Kecamatan	Budidaya			
		Kolam	Tambak	Keramba Jaring Apung	Rumput Laut Eucheumma cottoni sp
1.	Banyuglugur	0			
2.	Besuki	12.100			54.000 kg
3.	Suboh	22.600			
4.	Mlandingan	17.800			
5.	Bungatan	10.185			
6.	Kendit	19.880		12.200 kg	
7.	Panarukan	29.300		7.350	153.100
8.	Situbondo	10.705			
9.	Panji	24.370			
10.	Mangaran	15.661			17.515(Cracilaria)
11.	Kapongan	87.310			
12.	Arjasa	9.900			
13.	Jangkar	18.790		54.000	159.600
14.	Asembagus	7.300			
15.	Banyuputih	3.600			

NILAI PRODUKSI MENURUT SUB SEKTOR PERIKANAN DAN KECAMATAN

No	Cabang Usaha		Jumlah Produksi (Ton)	Nilai Produksi (Rp)
1	Tangkap	Laut	8.354,61	87.289.537.500
2	Budidaya	Tambak	4.783,66	238.094.407.500
		Kolam	289,51	3.856.210.000
		KJA	20,26	2.297.750.000
		Rumput Laut	366,7	435.040.000
		HSRT	94.681.699 ekor	8.385.393.750
		Pembenihan Air Tawar	3.723.200 ekor	606.880.000
		Hatchery	2.160.881.800 ekor	58.623.300.000
Jumlah produksi perikanan			13.814,74 Ton	399.588.518.750
Jumlah produksi pembenihan			2.259.286.699 ekor	

JUMLAH ARMADA PENANGKAPAN IKAN TAHUN 2014

No.	Kecamatan	Perahu motor	Kapal Motor
1	Sumber Malang	0	0
2	Jatianteng	0	0
3	Banyuglugur	0<1 Gt	0
	Banyuglugur	75	0
	Kalianget	68	0
4	Besuki(pesisir)	1-5 GT(<45 PK) = 168 unit	0
		6-10 GT(45-75 PK) = 76 Unit	0
5	Suboh		
	Ketah	1-5 GT =20, 6-10 GT= 6	0
	Buduan	1-5 GT =38, 6-10 GT= 6	0
6	Mlandingan		
	Mlandingan Kulon	0<1 GT = 15, 1-5 GT= 28	0
	SElomukti	0<1 GT = 10, 1-5 GT= 19	0
7	Bungatan		
	Blitok	0<1 GT = 36, 1-5 GT= 90	0
	Pasir Putih	0<1 GT = 45	0
	Bungatan	0<1 GT = 45	0
	Mlandingan Wetan	0<1 GT = 24	0
8	Kendit		
	Klatakan	1-5 GT= 27	0
9	Panarukan		
	Kilensari	1-5 GT= 73, 6-10 GT = 86	0
	Peleyan	0<1 GT=10, 1-5 GT= 2	0

	Gelung	0<1 GT=86, 1-5 GT= 15	0
10	Situbondo	0	0
11	Panji	0	0
12	Mangaran		
	Tanjung Pecinan	0<1 GT= 119, 1-5 GT= 108	0
	Semiring	0<1 GT= 30, 1-5 GT= 20	0
	Tanjung Kamal	0<1 GT= 66, 1-5 GT= 74	0
13	Kapongan		
	Landangan	1-5 GT= 15	0
	Sletreng	1-5 GT= 26	0
14	Arjasa		
	Arjasa	1-5 GT= 12	0
	Lamongan	1-5 GT= 14	0
15	Jangkar		
	Jangkar	1-5 GT= 215, 6-10 GT= 10	0
	Gadingan	0	0
	Kumbangsari	0<1 GT= 21,1-5 GT= 3	0
	Agel	0<1 GT= 62,1-5 GT= 6	0
	Polangan	0<1 GT= 17	0
16	Asembagus		
	Wringin Anom	1-5 GT= 27	0
	Gudang	1-5 GT= 5	0
17	Banyuputih		
	Sumberanyar	0<1 GT= 1,1-5 GT= 182	0
	Sumberejo	1-5 GT= 20	0
	Sumberwaru	1-5 GT= 65	0
	Wonorejo	1-5 GT= 32	0

Jumlah hasil tangkapan ikan layang dan tongkol

Jenis Ikan	2010	2011	2012	2013	2014
Ikan Layang	536.910 kg	1.460.240 kg	1.695.028 kg	2.002.415 kg	1.806.975 kg
	9.474.630		15.768.116.500	18.860.318.500	17.146.125.000
Ikan tongkol	1.630.900 kg	1.507.230	1.302.576	1.696,818 ton	1.674.615
	21.304.410		14.552.324.000	18.513.418.200	18.466.860.000

Jumlah tangkapan di atas 1000 Kg/Tahun

Jumlah Produksi Tambak Udang Vaname

	2010	2011	2012	2013	2014
JUmlah produksi (Kg)	2.060,28 ton	2.591.950	2.597.715	3.041,520 kg	4.661.320
Nilai produksi (Rp)		142.943.000.000	121.855.250.000	135.600.300.000	234.925.740

Jumlah Produksi Rumput Laut *Euheumma Cotooni* sp

	2010	2011	2012	2013	2014
JUmlah produksi(Kg)		2.150.000 kg	83.389 kg		366.700 kg + 17.515(cracilaria)
Nilai produksi(Rp)			142.005.800		

Jumlah Produksi KJA

	2010	2011	2012	2013	2014
Kerapu Tikus	4,60 ton	1.500 kg	0,2 Ton	0,30 ton	0
		300.000.000	40.000.000	90.000.000	
Rumput Laut		2.591.250	83.389 ton	79 ton	366,7 ton
		5.997.940.000	142.006.000	139.000.000	435.040.000
Kerapu lain	25,21	Kerapu macan 11.550	15,95	17,95	7362,91 ton
		1.836.250.000	2.211.000.000	2.365.000.000	2.297.750.000
Bandeng	38,54	60	0	0	
		720.000		0	
Bawal	1,65	0	0		
Total				316,25 ton	
				2.591.460.000	

Jumlah Produksi Kolam(Lele)

	2010	2011	2012	2013	2014
Jumlah	83.475 ton	192.013 kg	206,88kg	237.320 kg	264.796
		2.875.225.000	3.022.345.000	2.942.210.000	3.331.162.000

JUMLAH PRODUKSI OLAHAN TAHUN 2013

No.	Jenis Olahan	Produksi(Ton)			Naik/Turun(%) 2012-2013
		Tahun 2010	Tahun 2012	Tahun 2013	
1.	Ikan Asin/Kering	628,051	858,201	1.006,082	17,23
2.	Ikan Pindang	2.038,712	2.451,325	2.616,404	6,73
		2.666,763	2.609,530	3.622,486	38,82

JUMLAH PRODUKSI OLAHAN PER JENIS KOMODITAS TAHUN 2013

No.	Jenis Komoditas	Produksi(ton)
1	Kripik Ikan	3,00
2	Abon Ikan	1,21
3	Petis Ikan	0,016
4	Terasi	0,03
5	Dodol Rumput laut	0,48
6	Lain lain	0,01
		4,75

LAMPIRAN 2

DATA ANALISA AIR

Lokasi : Air Taman Nasional Baluran (Pantai Perengan 2)
 Sampling Tanggal : 28 Nopember 2015

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kep.51/MENLH/2004*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
	FISIKA :				
1	Kebauan	-	-	tak berbau	Organolaptik
2	Padatan Tersuspensi	mg/L	coral 20, mangrove : 80, lamun 20	16	Gravimetri
3	Sampah	-	Nihil	nihil	Visual
4	Suhu	°C	Alami	24	Termometer
5	Lapisan minyak	-	Nihil	nihil	Visual
6	Kekeruhan	NTU	< 5	3.62	Turbidimetri
	KIMIA :				
1	Ph	-	7 - 8,5	8.00	pH meter
2	Salinitas	‰	alami,coral 33-34, mangrove : s/d 34, lamun 33-34	29.10	Salinometer
3	Amonia Total	mg/L NH ₃ -N	0.3	0.00	Spektropotometri
4	Sulfida	mg/L H ₂ S	0.01	0.00	Iodometri
5	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L O ₂	> 5	5.60	Iodometri
6	BOD ₅ ²⁰	mg/L O ₂	20.00	6	Winkler
7	Senyawa Fenol total	mg/L	0.002	0.000	Spektropotometri
8	Surfaktan (deterjen)	mg/L LAS	1.00	0.08	Spektropotometri
9	Minyak dan Lemak	mg/L	1.00	0.00	Gravimetri
10	Pospat	mg/L PO ₄ - P	0.015	0.310	Spektropotometri
11	Sianida	mg/L CN	0.5	0.00	Spektropotometri

LAMPIRAN 3

FOTO-FOTO

Lokasi rencana smelter



Gambar 1. Perkebunan Kapuk, Rencana Lokasi Pembangunan *Smelter* Nikel



Gambar 2. Jalan Setapak di Perkebunan Kapuk, Rencana Lokasi Pembangunan *Smelter* Nikel

Pantai di Resort Perengan



Gambar 3. Pantai Pandean, pantai terdekat dengan lokasi rencana pembangunan *smelter* Nikel

Home Stay Wonorejo



**Gambar 4. Home Stay BUANA di
Desa Wonorejo**



**Gambar 5. Home Stay FOREST
RANGER di Desa Wonorejo**



**Gambar 6. Home Stay "Baluran
Indah" di Desa Wonorejo**

Wawancara Pejabat Publik



Gambar 7. Wawancara dengan pihak Dinas Kelautan dan Perikanan, Situbondo



Gambar 8. Wawancara dengan pihak Dinas Pariwisata, Situbondo

Wawancara LSM dan Masyarakat





Gambar 9. Wawancara dengan Guru Biologi salah satu sekolah Negeri di Situbondo

Gambar 11. Wawancara dengan LSM Granika, Pencinta lingkungan Situbondo



Gambar 10. Wawancara dengan masyarakat asli Situbondo yang bekerja di Surabaya

Gambar 12. Wawancara dengan Pihak Dinas Kesehatan Situbondo

Wawancara Petani dan Nelayan Banyuputih



Gambar 13. Wawancara dengan Petani Karangtekok, Banyuputih



Gambar 14. Wawancara dengan pengepul Ikan Karangtekok, Banyuputih



Gambar 15. Ikan-ikan yang di kumpulkan oleh nelayan kepada pengepul di karangtekok, Banyuputih, Situbondo

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari pembahasan hasil *running* Stela dengan dan tanpa validasi panas dapat disimpulkan beberapa hal yang dapat terjadi 5-30 tahun mendatang ketika smelter Nikel di bangun di sekitar Taman Nasional

1. Pembangunan *smelter* Nikel di dekat Baluran dapat mengganggu ekosistem di Taman Nasional Baluran, pertanian dan dan perikanan di Kabupaten Situbondo sampai 30 tahun mendatang yang ditandai dengan menurunnya perekonomian Situbondo
2. Kondisi perekonomian kondisi adanya *smelter* lebih rendah pertumbuhannya di bandingkan dengan tanpa adanya *smelter*. Penurunan di lihat dari beberapa sektor berikut ini

- a. Sektor perikanan

Potensi lestari perikanan, hasil tangkapan ikan, produksi perikanan budidaya dan *income* perikanan semua kondisi terus mengalami kenaikan namun pertumbuhan kondisi eksisting jauh lebih besar dibandingkan dengan kondisi adanya *green smelter* atau *non green smelter*. Untuk tangkapan ikan, 5-10 tahun pertama, kondisi *non green smelter* sama dengan kondisi tanpa *smelter*. Selanjutnya lebih kecil dari kondisi eksisting.

- b. Sektor pertanian

Secara umum, produksi tanaman pangan, hortikultur dan *income* Taman Nasional meningkat hanya pertumbuhannya saja yang berbeda. Pertumbuhan produksi tanaman pangan, produksi holtikultura, dan *income* pertanian kondisi tanpa *smelter* lebih tinnggi atau lebih cepat daripada kondisi adanya *smelter*

- c. Pertumbuhan Taman Nasional dan usaha turunannya

Jumlah pengunjung, dan *income* taman nasional mempunyai kecenderungan terus naik untuk semua kondisi namun jumlah kondisi eksisiting lebih tinggi

dibandingkan kondisi optimis dan kondisi pesimis yang cenderung stagnan di 5 tahun ke atas berdirinya *smelter*. Sedangkan pendapatan daerah pada 5 tahun pertama, kondisi optimis dan pesimis lebih besar dari kondisi eksisting dan tahun selanjutnya lebih kecil dari kondisi eksisting.

- d. Perbedaan hasil *running* tanpa validasi panas dan dengan validasi panas
 - Terdapat perbedaan hasil *running* untuk beberapa kondisi yakni Perikanan (Potensi lestari perikanan, Hasil tangkapan ikan kondisi pesimis, *Income* perikanan kondisi pesimis) dan subsektor Taman Nasional Baluran
 - Secara umum, perbedaan hasil *running* yang menggunakan validasi panas dengan yang tidak menggunakan validasi panas tidak sampai 20%
3. Jika memang *smelter* harus berdiri, perlu di lakukan perencanaan yang matang dan design kanal yang benar-benar ramah lingkungan sehingga suhu yang keluar ke badan air laut masih berada di batas ketahanan ikan untuk hidup. Sedangkan untuk limbah logam berat dan SO₂ harus nol persen.

5.2 SARAN

Dari analisa yang kami lakukan, dengan melihat kondisi perekonomian dari hasil *running*, kami menyarankan agar Pemerintah Situbondo fokus dengan memanfaatkan potensi pertanian, perikanan dan adanya Taman Nasional Baluran. Karena yang menjamin keberlangsungan hidup diawali dengan lestarnya lingkungan yang berujung pada keberlanjutan perekonomian yang baik. Jika pun harus ada industri yang berdiri, maka lebih di fokuskan pada industri pengolahan pangan baik dari hasil pertanian ataupun hasil laut.

DAFTAR PUSTAKA

A NICSOLAIDOU* and J. A. NOTT. 1990. Differential uptake of metals by some gastropods. Great Britain: Marine Pollution Bulletin

Badan Pusat Statistik Situbondo.2015. Kecamatan Banyuputih dalam Angka tahun 2015.

Badan Pusat Statistik Situbondo.2015. Kecamatan Jangkar dalam Angka tahun 2015.

Badan Pusat Statistik Situbondo.2015. Kabupaten Situbondo dalam Angka tahun 2015.

Cahyana, Chevy. 2011. Model Sebaran Panas Air Kanal Pendingin Instalasi Pembangkit Listrik ke Badan Air Laut. Depok : Tesis Program Ilmu Kelautan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia

M. V. Kozlov, N. K. Brodskaya², A. Haarto, K. Kuusela, M. Schäfer, and V. Zverev. 2005. Abundance and diversity of human-biting flies (Diptera: Ceratopogonidae, Culicidae, Tabanidae, Simuliidae) around a nickel-copper smelter at Monchegorsk, northwestern Russia. Rusia:Journal of Vector Ecology vol.30 no.2.

Pengendali Ekosistem Hutan(PEH). 2013. Review Flora Taman Nasional Baluran. Situbondo: Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan Dan Konservasi Alam Balai Taman Nasional Baluran

Purnomo,Hadi. 2003. Model Dinamika Sistem untuk Pengembangan Alternatif Kebijakan Pengelolaan Hutan yang Adil dan Lestari. Jurnal Manajemen dan Hutan Tropika Vol. IX No.2:45-62

Sri Suryani*, Gunawan, Ambo Upe. 2010. Model Sebaran Polutan SO₂ Pada Cerobong Asap Pt. Semen Tonasa. Makasar: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) – Universitas Hasanuddin, Kampus UNHAS Tamalanrea

Suwari. __. Model Dinamik Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya. Bogor: Jurnal Institut Pertanian Bogor.

Fitri, (2012). Persepsi Publik Mengenai Pengelolaan Lingkungan Hidup Di Kota Semarang. Skripsi S1, Program Sarjana Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Diponegoro Tahun 2012

Apriyano, Rendy. 2011. Konservasi Pesisir Situbondo. Makalah Manajemen Lingkungan Pesisir. Situbondo

Mustain, Mahmud. 2010. Mekanika Fluida. Surabaya: itspress

Asyiwati, Y. 2002. Pendekatan Sistem Dinamik dalam Penataan Ruang Wilayah Pesisir (Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul, Propinsi DIY). Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Coyle, R.G. 1996. System Dynamics Modelling, A Practical Approach. Chapman & Hall, United Kingdom. Daalen, V. dan W.A.H. Thissen. 2001. Dynamics Systems Modelling Continuous Models. Faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM). Technische Universiteit Delft

Forrester, J.W. 1999. System Dynamics : The foundation Under System Thinking. Sloan School of Management MIT. Cambridge, MA 02139. <ftp://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/D-4828.html> [30 Januari 2005]

Utami, Rahayu. 2006. Simulasi Dinamika Sistem Ketersediaan Ubi Kayu. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Noorsaman S., A. dan A. Wahid. 1998. Pemodelan industri minyak bumi dan gas alam Indonesia dengan pendekatan sistem dinamik. Jurnal Teknologi Edisi No.1/Tahun XII/Maret/1998:27-29

Purnomo, H. 2003. Analisis Sistem. Pemodelan Sistem. Bahan Kuliah. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Richardson, G.P. and A.L. Pugh. 1986. Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo. The MIT Press, Cambridge, Massachusete, and London, England.

Tasrif, M. 2004. Model Simulasi Untuk Analisis Kebijakan : Pendekatan Metodologi System Dynamics. Kelompok Peneliti dan Pengembangan Energi. Institut Teknologi Bandung.

Widayani, K. 1999. Analisis Perencanaan Kebijakan Pengembangan Produksi Buah-buahan di Indonesia dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus Pengembangan Produksi mangga di Jawa Barat). Tesis. Fakultas Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

J. Von Neumann and O. Morgenstern, Theory of Games and Economic Behavior (3d ed. 1953).

Kartono.1994. Teori Permainan. Penerbit Andi Offset : Yogyakarta

Westmacott, Susie, dkk...Pengelolaan Terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis. IUCN-The Word Conservation Union

http://www.antaranews.com/berita/514913/cuaca-panas-turunkan-produksi-ikan-waduk-cengklik?utm_source=fly&utm_medium=related&utm_campaign=news.di akses tanggal 19 januari 2016

<http://finance.detik.com/read/2015/05/28/065453/2927092/1034/begini-proses-pengolahan-nikel-di-smelter-milik-vale>. Diakses tanggal 22 september 2015

<http://ytm.or.id/berita/media/162-pt-vale-indonesia-tingkatkan-kapasitas-produksi-masyarakat-khawatir-kerusakan-lingkungan.html>. Diakses tanggal 22 september 2015

BIOGRAFI PENULIS



Ani listriyana lahir di Situbondo pada tanggal 10 Juli 1988 . Istri Imam Joko Prayogo, S.ST.Pi dan ibu dari alm, Khairunnisa Zaheera Al-Fath merupakan anak dari pasangan Bapak Hariyanto dan Ibu Toyani. Penulis memasuki jenjang pendidikan dasar di SDN 4 Sumberkolak pada tahun 1994 sampai tahun 2000. Kemudian melanjutkan pendidikan ke SLTP

Negeri 1 Situbondo dan lulus pada tahun 2003. Setelah itu, penulis melanjutkan ke SMA Negeri 2 Situbondo dan lulus pada tahun 2006. Pada tahun yang sama, melalui jalur PMDK penulis diterima sebagai mahasiswa Universitas Negeri Malang(UM) di jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan selesai pada tahun 2011. Setahun setelah lulus, Penulis sekaligus sekretaris dan HRD Youthcare Situbondo ini bekerja sebagai Laboran di SMA Negeri 2 Situbondo hingga akhirnya diterima sebagai penerima beasiswa PraSaintek 2013 sebagai utusan dari Universitas Abdurrachman Saleh, Situbondo untuk melanjutkan Studi S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama kuliah di ITS, penulis menyelesaikan Pra Pasca selama 1 tahun di Jurusan Fisika ITS dari tahun 2013-2014, kemudian melanjutkannya di Pascasarjana Teknologi Kelautan dari tahun 2014-2016.

